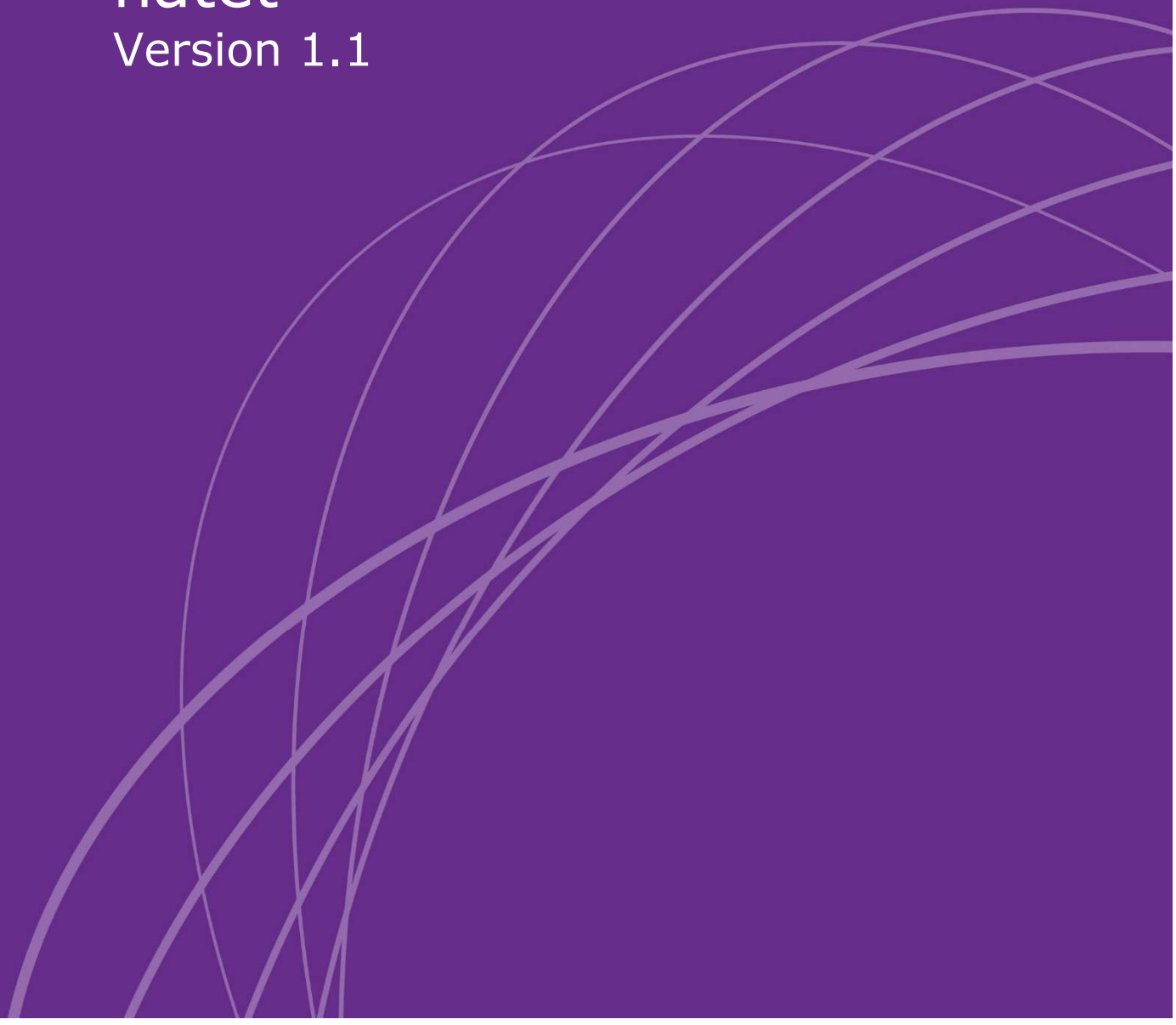
Datum
2021-06-07

Modelldokumentation av kalkylmodell för det fasta nätet

Version 1.1



Modelldokumentation av kalkylmodell för det fasta nätet - Version 1.1
Version 1.1.

Diarienummer
19-12617

Post- och telestyrelsen
Box 5398
102 49 Stockholm

08-678 55 00
pts@pts.se
www.pts.se

Innehåll

1 Introduktion 12
1.1 Bakgrund 12
1.2 Disposition 13

2 Översikt av modelleringen 16
2.1 Introduktion 16
2.2 Modifierad scorched node-ansats 17
2.3 Gränsen mellan access- och corenät 17
2.4 Utformning av accessnätet 18
2.4.1 Ansats för modellering 18
2.4.2 Stegen i modelleringen av accessnätet 20
2.4.3 Fullständigt nät 23
2.4.4 Pris på utrustning 23
2.4.5 Capex 23
2.4.6 Avskrivning 23
2.4.7 Beräkning av driftkostnader 23
2.4.8 Allokering av nätkostnader 23
2.5 Ansats för modellering av corenät 24
2.5.1 Steg i modelleringen av corenätet 25
2.5.2 Aktuella priser på utrustning 27
2.5.3 Capex 27
2.5.4 Avskrivning 27
2.5.5 Beräkning av driftkostnader 27
2.5.6 Allokering av nätkostnader 27
2.6 Modellering av samlokalisering 28
2.7 Samspelet mellan de olika komponenterna i kalkylmodellen 29

3 Geodatamodellering 32
3.1 Referensdokument och filer 32
3.2 Granskning av indata 33
3.2.1 Vägnät och byggnadsdata 33
3.2.2 Siter och deras täckningsområden 36
3.2.3 Corenätet 40
IP-nivån 41
Edgenivån 46
3.3 Accessnätsområden och ”kortaste väg”-algoritmen 49
3.4 Modellering av corenätet 51
3.4.1 Inter-nod länkar 51
3.4.2 Sammanslagning av länkar 54
3.4.3 Mikrovågslänkar och länkar med sjökabel 54

4 Efterfrågan i access- och corenätet 56
4.1 Utgångspunkt för kostnadsberäkning 56
4.2 Referensdokument och filer 59
4.3 Accessnätets efterfrågan 60
4.3.1 Fastställa efterfrågan 60
4.3.2 Prognoser för efterfrågan 66
4.3.3 Uppdatering 2020 av volymer i accessnätet 66
4.4 Efterfrågan i corenätet 67
4.4.1 Aktiva linjer i corenätet 67
4.4.2 Trafikvolymer 70
4.4.3 Uppdatering 2020 av volymer i corenätet 74
4.5 Sammanfattning 74

5 Anläggning av accessnätet 76

5.1 Fiberaccessnätet 76
5.2 Dimensionering av accessnätet 77
5.2.1 Konfigurering av segment 77
5.2.2 Kablar 78
5.2.3 Skarvar 80
5.2.4 Mark och anläggningsarbete 81

6 Dimensionering av accessnätet 86
6.1 Översikt 86
6.2 Indata 89
6.2.1 Geospatialdata 90
6.2.2 Parametrar för indata 93
6.3 Beräkningar 99
6.3.1 Dimensionering på byggnadsnivån 99
6.3.2 Dimensionering på segmentsnivå 105
6.4 Beräkningsresultat 117
6.4.1 Struktur på utdata 117
6.4.2 Schakt 121

7 Kostnadsberäkning av accessnätet 122
7.1 Referensdokument och filer 122
7.2 Indata 122
7.2.1 Import från Access 123
7.2.2 Enhetskostnader 123
7.2.3 Inhämtning från efterfrågan 125
7.2.4 Routingmatris för tjänster 125
7.2.5 "Kontrollblad" 127
7.3 Värdering av återanvändbara anläggningstillgångar 127
7.3.1 Värdering 127
7.3.2 Ålder 128
7.3.3 Implementering 129
7.4 Beräkningar 129
7.4.1 Demand (Efterfrågan) 130
7.4.2 Inventory (Inventarielista) 130
7.4.3 Investeringar 131
7.4.4 Årskostnad 132
7.4.5 Beräkning av driftkostnader 133
7.5 Beräkningsresultat 133
7.5.1 Exportfunktionen 134
7.5.2 Tjänster 134

8 Kostnadsberäkning av corenätet 138
8.1 Referensdokument och filer 138
8.2 Näthierarki i corenätet 138
8.2.1 Länkar mellan access- och edgenoder 139
8.2.2 Länkar mellan edgenoder och IP-noder 139
8.2.3 Metro-länkar tillhandahåller redundans 140
8.2.4 Signalförstärkare 140
8.3 Efterfrågan 141
8.3.1 Efterfrågan i corenätet 141
8.3.2 Efterfrågan per nod 141
8.4 Principer för dimensionering av corenätet 143
8.4.1 Fiberaccesswitchar i accessnoderna 143
8.4.2 Aggregerings- och metroswitchar 144
8.4.3 Edgeroutrar 145
8.4.4 IP-routrar 147
8.5 Övrig indata 151
8.5.1 Kontrollblad - Dashboard 151

8.5.2 Import från Accessmodellen 152
8.5.3 Tekniska principer för trafiken 154
8.5.4 Enhetskostnader 156
8.5.5 Routingtabell 157
8.6 Beräkningar 161
8.6.1 Dimensionering av nätet 161
8.6.2 Kostnadsberäkning i nätet 171
8.7 Enhetskostnader 175
8.7.1 Tjänster 175

9 Modell för samlokalisering och tillhörande installationer 178
9.1 Referensdokument och filer 178
9.2 Indata 179
9.2.1 Produkter och tjänster 179
9.2.2 Kontrollblad - Dashboard 183
9.2.3 Enhetskostnader 184
9.2.4 Konstruktion- och designregler 185
9.3 Beräkning 187
9.3.1 Kostnader för tjänster 188
9.3.2 Årskostnader 191
9.3.3 Kostnadsberäkning 191

10 Konsolideringsmodell 192
10.1 Inhämtning från kalkylmodellens olika delar 192
10.1.1 Inhämtning från coremodellen 192
10.1.2 Inhämtning från accessmodellen 192
10.1.3 Inhämtning från samlokaliseringsmodellen 193
10.2 Kostnadsberäkning 193
10.2.1 Påslag av kostnader 193
10.2.2 Konsolidering 195
10.2.3 Enhetskostnader 197

11 Rimlighets- och känslighetsanalys 200
11.1 Finansiell rimlighetsanalys av det modellerade nätets geografiska utbredning 200
11.2 Känslighetsanalys av reduceringen av antal accessnoder med höga kostnadsresultat 208
Analys av återanvändning och värdering av befintlig infrastruktur 211
Andel återanvändbar anläggningsinfrastruktur 211
Användning av Telias bokföring (anläggningsregister) 212
PTS bedömning av graden av återanvändbar anläggningsinfrastruktur 212
Hur ska återanvändbar infrastruktur värderas? 212
Användning av Telias bokföring 212
Anskaffningsvärde 214
Livslängd (avskrivningstid) 214
Utbyggnadsperiod 214
Nätets investeringsprofil 214
Kostnad för att återanvända infrastruktur 216
PTS samlade bedömning om värderingen 216
Rimlighetsbedömning av andel och värdering 216
Slutsats 218

Bilaga B - Steg för steg instruktion för uppdatering av modellen 221

Bilaga C – Förkortningar 233

Bilaga D – Begreppsordlista 235

Figurförteckning

Figur 1 - Gränsen mellan access- och corenät 18

Figur 2 - Ansats för accessnätsmodellering 19

Figur 3 – Exempel på ett faktiskt och ett optimerat täckningsområde för accessnoder 21

Figur 4 – Dimensionering av antal fiber i ett punkt-till-punkt-nät 22

Figur 5 - Ansats för modellering av corenätet 25

Figur 6 - Corenätets struktur 26

Figur 7 - Struktur på modell för samlokalisering 29

Figur 8 - Modellstruktur och beräkningsflöde för kalkylmodellen 31

Figur 9 - Ett vägnät skapas på en ö 34

Figur 10 - Anslutning av öar 35

Figur 11 - Projicering av byggnader på vägsegment och beräkning av ”vertikal längd” 36

Figur 12 - Voronoi-uppdelning 38

Figur 13 - Jämförelse av täckningsområdenas area och storlek 39

Figur 14 – Jämförelse av faktiska och optimerade täckningsområden 40

Figur 15 – Hierarkisk struktur för corenätet 41

Figur 16 - Karta över de 24 utvalda regionala huvudnoderna 45

Figur 17 - IP-nivåns schematiska struktur 46

Figur 18 - Gruppering av edge-noderna efter deras anslutning till IP-nivån 47

Figur 19 - Distribution 50

Figur 20 - Karta över corenätet 53

Figur 21 - Karta över corenätet, förstoring av edge- och den allmänna nivån 54

Figur 22 - Schematiskt exempel på täckning av en accessnod 62

Figur 23 - Viktning av antalet linjer 67

Figur 24 - Beräkning av marknadsandelar för tjänster 68

Figur 25 - Telefonikunder för modellens HEO 68

Figur 26 - Totala antalet bredband- och bitströmkunder 69

Figur 27 - Fördelning av olika kapaciteter för xDSL-bredband 69

Figur 28 - Telefoni: Antal minuter och genomförda samtal 71

Figur 29 - Beräkning av trafik för bredbandstjänster 72

Figur 30 - Överblick över efterfrågemodellen 75

Figur 31 – Illustration av accessnätets struktur 76

Figur 32 - Illustration av två alternativ för schaktning i ett segment 77

Figur 33 - Sträckningar för sista biten i accessnätet 78

Figur 34 - Placering av FOS 79

Figur 35 - Skarvar på stor- och lillsidan 81

Figur 36 - Exempel på kablars inplacering i kanalisationsrör 82

Figur 37 - Horisontella schakt 83

Figur 38 - Beskrivning av huvudfunktioner 86

Figur 39 - Kurvatur- och slingtillägg på kabelns längd 104

Figur 40 - Kanalisationsfyllnad 105

Figur 41 - ”Unit Cost Asset”-tabellen 124

Figur 42 - Routingmatrisen 126

Figur 43 - Förenklad routingmatris som används för kostnadsberäkning 126

Figur 44 - Routingmatrisen för utrustningar i accessnätet 127

Figur 45- Återanvändbar infrastruktur – ålder 128

Figur 46 - Implementing av återanvändbar anläggningsinfrastruktur 129

Figur 47 – Skärmdump av kalkylbladet "investment" 131

Figur 48 - VBA-makrofunktionen "fill_the_results" 134

Figur 49 - Aggregerade beräkningsresultat 135

Figur 50– Schematisk beskrivning av väg-till-hus 136

Figur 51 – Fiberaccesswitchar 143

Figur 52 - Struktur för aggregerings- och metroswitchar 144

Figur 53 - Edgerouter 145

Figur 54 - IP-router 147

Figur 55 - IP-router redundans 148

Figur 56 - Karta över den allmänna nivån (mellan access- och edgenoder) 153

Figur 57 - Enhetskostnader 157

Figur 58 - Hur bredband och bitström använder nätet 158

Figur 59- Hur 'on-net'- och 'off-net'-samtal använder nätet 159

Figur 60 - Dimensionering av fiberaccessswitchar 162

Figur 61 - Total trafik uttryckt i abonnenter, data trafik, samtal och Erlangs vid bråd timme 163

Figur 62 - Bedömning av kostnadsandelar och kostnadsdrivare för varje tjänst och nätelement (den normaliserade matrisen) 165

Figur 63 - Dimensionering av edgerouters portar för nedlänk 168

Figur 64 - Dimensionering av edgenoders portar för nedlänk 168

Figur 65 - Indelning av portar i nedlänk från accessnod till edgerouter 169

Figur 66 - Dimensionering av IP-routers portar för nedlänk 170

Figur 67 - Dimensionering av edgerouter 170

Figur 68 - Dimensionering av IP-router 171

Figur 69 - Kostnadsberäkning i nätet 172

Figur 70 - Beräkning av investeringar och årskostnad 173

Figur 71 - Beräkning av byggnads- och inplaceringskostnader 174

Figur 72 - Uppskattad och slutlig beräkning av enhetskostnader (före och efter påslag) 176

Figur 73 - Resurser som används för tillhandahållande av offert för samlokalisering relevant för anslutningstjänster 186

Figur 74 - Beräkning av enhetskostnader i samlokaliseringsmodellen 188

Figur 75 – Kostnad per tjänst uppdelad i installationskostnader, utrustningskostnader, utrymmeskostnader och OPEX före påslag 189

Figur 76 - Kostnader för samlokalisering av racktjänster 189

Figur 77 - Kostnader för installation av LLUB (hel ledning) 189

Figur 78 - Kostnader för energiförbrukning 190

Figur 79 Investeringens nettonuvärde 205

Figur 80 Investeringens återbetalningstid och förändring 206

Figur 81 Inkrementell investering per aktiv linje 207

Figur 82 Inkrementell årlig kostnad per aktiv linje 207

Figur 89 Televerket/Telias investeringar i fasta nätet i 2016 års värde 215

Tabellförteckning

Tabell 1 - Referensfiler med geografisk data 32

Tabell 2 - Placering av regionala huvudnoder 43

Tabell 3 - Regionala huvudnoder och dess tvillingnoder 43

Tabell 4 - Edgenivån 46

Tabell 5 - Allmänna nivån (accessnod till edgenod) 48

Tabell 6 - Resultat av kortaste väg-algoritmen: framföringsvägar 50

Tabell 7 - Resultat av kortaste väg-algoritmen, framföringsväg i detalj 50

Tabell 8 - Resultat av kortaste väg-algoritmen för framföringsvägar i corenätet 51

Tabell 9 - Resultat av kortaste väg-algoritmen för detaljerade framföringsvägar i corenätet 52

Tabell 10 Antaganden om efterfrågan relaterat till lokalt fysiskt tillträde till koppar- och fiberbaserad nätinfrastruktur 57

Tabell 11 Antaganden om corenätets efterfrågan i relation till kostnadsberäkning av fast terminering (FTR) 58

Tabell 12 - Referensfiler för Efterfrågemodellen 59

Tabell 13 - Antal byggnader beroende på nätutbredning 64

Tabell 14 Statistik om schaktning beroende på typ av segment 78

Tabell 15 Förteckning av brunnar i kalkylmodellen innan justering för återanvändning 85

Tabell 16 Huvudfunktionsförfrågningar och VBA-rutiner 87

Tabell 17 Beskrivning av ”Source Sections”-tabellen 90

Tabell 18- Beskrivning av ”SOURCE_BUILDINGS”-tabellen 91

Tabell 19 - Beskrivning av ”SOURCE UTO BUILDING PATHS”-tabellen 91

Tabell 20 Beskrivning av ”SOURCE DETAILED UTO BUILD PATHS”-tabellen 92

Tabell 21 - Beskrivning av ”SOURCE_CORE”-tabellen 93

Tabell 22 ”SOURCE_PARAMETERS_COMMON”-tabellen 93

Tabell 23 ”SOURCE_PARAMETERS_FIBRE”-tabellen 96

Tabell 24 - ”SOURCE_INVENTORY_FIBRE”-tabellen 98

Tabell 25 - Beskrivning av ”PROCESS BUILDING MODELLING”-tabellen 99

Tabell 26 - Beskrivning av ”FILL PROCESS BUILDING MODELLING”-förfrågan 101

Tabell 27 - Beskrivning av ”PROCESS SECTION MODELLING”-tabellen 106

Tabell 28 - Beskrivning av ”FILL PROCESS BUILDING MODELLING”-tabellen 111

Tabell 29 – Uppgifter om samförläggning mellan nät 115

Tabell 30 - Beskrivning av resultattabellen 117

Tabell 31 - Delresultat av beräkningar för schakt 121

Tabell 32 – Referensfiler för accessnätet 122

Tabell 33 - Summering kostnadstäckningsansatsen för respektive kostnadstyp. 136

Tabell 34 - Referensfiler för corenätet 138

Tabell 35 - Länkar mellan access- och edgenoder 139

Tabell 36 - Länkar mellan edgenod och IP-nod 139

Tabell 37 - Förenklad routingmatris 160

Tabell 38 - En gradvis ökning av kostnaderna för xDSL tjänster 167

Tabell 39 - Påslag på telefonitjänster 177

Tabell 40 – Referensfiler för Samlokaliseringsmodellen 178

Tabell 41 Finansiell och ekonomisk analys av olika nivåer av nätutbredning (I) 202

Tabell 42 - Finansiell och ekonomisk analys av olika nivåer av nätutbredning (II) 203

Tabell 43 Känslighetsanalys av gränsvärdena på accessnodsnivå 209

Tabell 45 Nettovärde infrastruktur TeliaSonera 213

Tabell 46 Skattning av andel återanvändbar infrastruktur och värdering baserat på statistik för nybyggnation av bostadslägenheter 217

Tabell 47 Televerket/Telia/TeliaSonera/Skanovas investeringar i det fasta nätet 220

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

För att åtgärda konkurrensproblem på marknaden för elektronisk kommunikation fastställer Post- och telestyrelsen (PTS) skyldigheter i syfte att skapa förutsägbara villkor för alla marknadsaktörer, som sammantaget kan ge förutsättningar för effektiv konkurrens och ett stort utbud av prisvärda tjänster för konsumenter. Som ett led i detta arbete har PTS beslutat att Telia Company AB (Telia) ska tillhandahålla en uppsättning av produkter och tjänster på grossistmarknaden för lokalt tillträde i det fasta nätet samt på marknaden för fast samtalsterminering till kostnadsorienterade priser. För att beräkna kostnadsorienterade priser använder PTS en kalkylmodell. Fram till 30 september 2018 användes Hybridmodellen 10.1 (fortsättningsvis benämnd som Hybridmodellen)[1] Från 1 oktober 2018 används Kalkylmodellen 1.0.

Mot bakgrund av Kommissionens rekommendation av den 11 september 2013 om enhetliga krav på icke-diskriminering och kostnadsberäkningsmetoder för att främja konkurrensen och förbättra klimatet för bredbandsinvesteringar (2013/466/EU) och eftersom Hybridmodellen, först utvecklades år 2004, reviderades år 2011 bedömde PTS det motiverat att utveckla en ny kalkylmodell för det fasta nätet. Vid framtagandet av Kalkylmodellen 1.0 beaktatdes Hybridmodellen. Kalkylmodellen ska återspegla kostnaderna för ett modernt nät som byggs av en hypotetisk effektiv operatör (HEO).

Denna modelldokumentation beskriver modellens antaganden och förklarar struktur och funktionalitet för kalkylmodellen, en så kallad BULRIC-modell (Bottom Up Long Run Incremental Costs), som är avsedd för det fasta nätet. Kalkylodellen gör det möjligt för PTS att beräkna kostnadsorienterade priser för reglerade tjänster vilka ger alternativa operatörer tillgång till den fasta nätinfrastrukturen som drivs av en operatör som har betydande inflytande på marknaden, en så kallad SMP-operatör. Dessa tjänster omfattar – men är inte begränsade till – fysiskt tillträde till koppar- och fiberbaserade accessnät, samtrafik, virtuellt tillträde över kopparbaserade accessnät, backhaul samt samlokalisering och tillhörande installationer.

PTS utvecklade kalkylmodellen med stöd av TERA Consultants (TERA). I framtagandet av kalkylmodellen beaktades relevanta delar av Hybridmodellen, som till exempel tekniska regler, tillgångars livslängd, vissa uppgifter om nät, kostnadsdata och nyckeltal. Därutöver vidtog PTS olika åtgärder som krävdes

[1] PTS publicerade 16 december 2013 uppdaterade kostnadsresultat från Hybridmodell 10.1. Modellen och dess olika delar finns att ladda ner på PTS hemsida, www.pts.se, se prisreglering

för att etablera en kalkylmodell i enlighet med det europeiska ramverket för elektronisk kommunikation och svensk lagstiftning.

Kalkylmodellen består av flera delar och detta dokument beskriver modellens antaganden som tillämpas i utformningen av modellerna för accessnät, corenät och samlokalisering (co-location). Resultaten från de olika delarna av modellen sammanställs i Konsolideringsmodellen där kostnadsresultaten för de relevanta tjänsterna beräknas. Detta dokument definierar inte på ett uttömmande sätt den framtida användningen av kalkylmodellen eftersom det fastställs utifrån relevanta marknader i enlighet med skyldighetsbeslut.

Kalkylmodellen 1.0 har uppdaterats till version 1.1, vilket fortsättningsvis benämns Kalkylmodellen 1.1 med volymer och volymprognoser, indexkostnader för löner och kraft, kalkylränta samt regulatoriska avgifter för att bättre återspegla den aktuella marknadssituationen. Detta har medfört att modelldokumentationen har uppdaterats, medan modellreferensdokumentet är oförändrat eftersom modellens grundläggande funktioner och antaganden är desamma.

1.2 Disposition

Modelldokumentationen har följande disposition:

- **Kapitel 2** – Beskriver översiktligt ansats och metod för framtagande av kalkylmodellen
- **Kapitel 3** – Beskriver geodatamodelleringen, redogör för den statistiska analysen av geodata med beräkningar av kortaste vägen från accessnod till byggnad, modellering av corenät
- **Kapitel 4** – Beskriver härledningen av den aktiva efterfrågan i core- och accessnätet
- **Kapitel 5** – Beskriver anläggningen av accessnätet
- **Kapitel 6** – Beskriver dimensioneringen av accessnätet
- **Kapitel 7** – Beskriver kostnadsberäkningen av accessnätet
- **Kapitel 8**Fel! Hittar inte referenskälla. – Beskriver kostnadsberäkningen av corenätet
- **Kapitel 9** – Beskriver modellen för samlokalisering och tillhörande installationer
- **Kapitel 10** – Beskriver *Konsolideringsmodellen* där resultaten från de andra modellerna sammanställs och kostnadsresultaten för de relevanta tjänsterna beräknas
- **Kapitel 11** – Rimlighets- och känslighetsanalys
- **Bilaga A** – Om microtrenching och återanvändning av befintlig anläggningsinfrastruktur

- **Bilaga B** - Steg-för steg instruktion för uppdatering av modellen (med skärmdumpar)
- **Bilaga C** - Förkortningar
- **Bilaga D** - Begreppsordlista

2 Översikt av modelleringen

Detta kapitel ger en översikt av ansats och metod för framtagande av *Geoaccessmodellen, Efterfrågemodellen, Accessmodellen*, *Coremodellen*, *Samlokaliseringsmodellen* och *Konsolideringsmodellen*, vilka sammantaget ger kalkylmodellen.

2.1 Introduktion

Modellen är en kombination av sju sammankopplade delar:

- **Geodatamodellering** (GIS-programvara) ”Offline”-beräkning, som innebär statistisk analys av geodata: målet är att fastställa alla kabelstråk från bostäder/arbetsställen till accessnoder med hjälp av en ”kortaste-vägen-algoritm (shortest path algoritm). Särskilt avsedda programvaror för geomodellering, som QGIS eller MapInfo, används för att göra dessa analyser;
- ***Geoaccessmodellen*** (MS Access): Dimensionering av accessnät och corenät - sex olika filer för accessnätet, var och en med samma struktur men avser olika delar av Sverige. Baserad på analys av geodatamodelleringen dimensioneras accessnätet (kablar, anläggningsarbete, etc.). Eftersom det är stora datavolymer som ska behandlas görs beräkningen i Microsoft Access;
- ***Efterfrågemodellen*** (MS Excel): avgör den aktiva efterfrågan i access- och corenät för den hypotetiska effektiva operatören (HEO). Underlag för att fastställa den aktiva efterfrågan är marknadsstatistik;
- ***Accessmodellen*** (MS Excel): När dimensioneringen är genomförd härleds kostnaderna genom att inventarielistan för nätelement (network inventory) multipliceras med enhetskostnader (unit cost). Beräkningarna (inklusive beräkningen av investeringar) görs i Microsoft Excel;
- ***Coremodellen*** (MS Excel): dimensionerar och härleder kostnader för corenätet utifrån enhetskostnader för varje coretjänst;
- ***Samlokaliseringsmodellen*** (MS Excel): dimensionerar och härleder kostnader för samlokalisering och beräknar enhetskostnader för samlokaliseringstjänster;
- ***Konsolideringsmodellen*** (MS Excel): aggregerar enhetskostnader för alla tjänster (inklusive de tjänster som använder både core- och accessnät).

2.2 Modifierad scorched node-ansats

I överensstämmelse med princip 10 i *Modellreferensdokumentet (MRD); principer för kalkylmodell för det fasta nätet – version 1.0*. (fortsättningsvis benämnd MRD eller modellreferensdokument) tillämpar modellen en modifierad scorched node-ansats. Som utgångspunkt använder modellen accessnoderna i SMP-operatörens befintliga nät, men det görs justeringar för att reducera ineffektiviteten. Denna ineffektivitet är i allmänhet resultatet av:

- bristen på precision i insamlad data; och
- den historiska nätutbyggnaden.

Accessnätet består av två nivåer av noder:

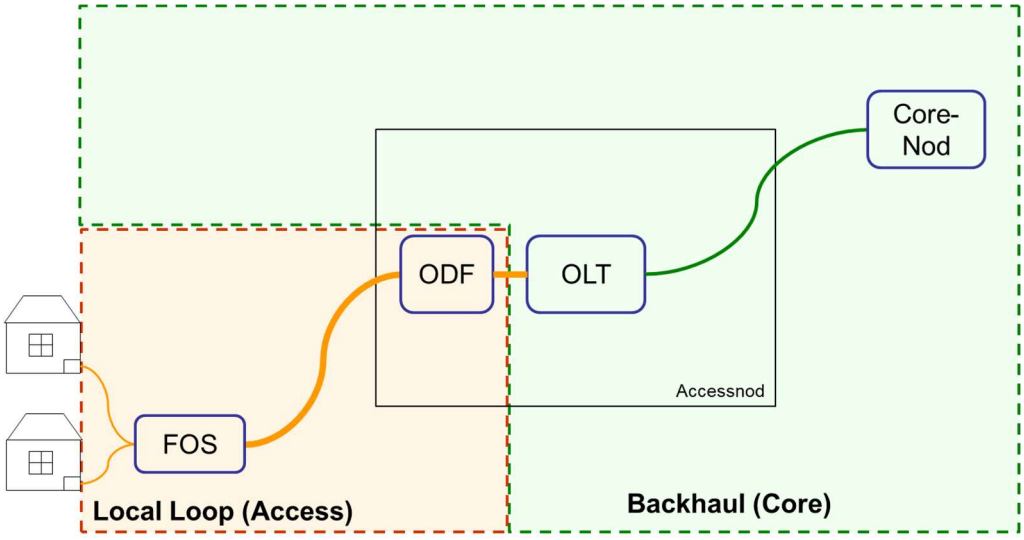
- accessnoder (ODF, Optical Distribution Frame); och
- fiberoptiska spridningspunkter (FOS).

Till följd av den modifierade scorched node-ansatsen har lokaliseringen av SMP-operatörens accessnoder använts som utgångspunkt för geomodelleringen, förutom för FOS som anläggs utifrån en nedifrån-och-upp-ansats.

2.3 Gränsen mellan access- och corenät

I linje med principerna 11, 23 och 24 i modellreferensdokumentet består *Coremodellen* av utformning och dimensionering av alla aktiva tillgångar som krävs för att tillhandahålla bredbandstjänster som t.ex. bitström medan *Accessmodellen* består av utformning och dimensionering av alla passiva tillgångar som finns mellan bostäder/arbetsställen och ODF i accessnod.

Figur 1 - Gränsen mellan access- och corenät



Källa: TERA Consultants

Några av corenätets passiva tillgångar (schakt, kanalisation och kablar som används för att länka samman corenoder) utformas och dimensioneras i *Accessmodellen* för att på ett effektivt sätt fastställa delning mellan core- och accessnätet. Ovanstående figur illustrerar gränsen mellan access- och corenätet.

2.4 Utformning av accessnätet

2.4.1 Ansats för modellering

Ansatsen för modelleringen av accessnätet baseras på följande tre principer:

1. Accessnätets dimensionering baseras på alla relevanta bostäder och fritidshus, arbetsställen, industribyggnader och offentliga byggnader belägna inom de områden som omfattas och inte bara baserad på nuvarande aktiv efterfrågan.
2. Accessnätet följer gator och vägar.
3. Kabeln följer vägar och förbinder bostäder/arbetsställen med en nätaggregationspunkt (accessnod) genom den kortaste vägen genom optimering av nätlängd.

Kostnader för fasta nät består huvudsakligen av:

- Kostnader för anläggningstillgångar som schakt och kanalisation, som beror på:
    - längden på gator/vägar;
    - enhetskostnader som huvudsakligen är beroende på olika arbetskostnader; och

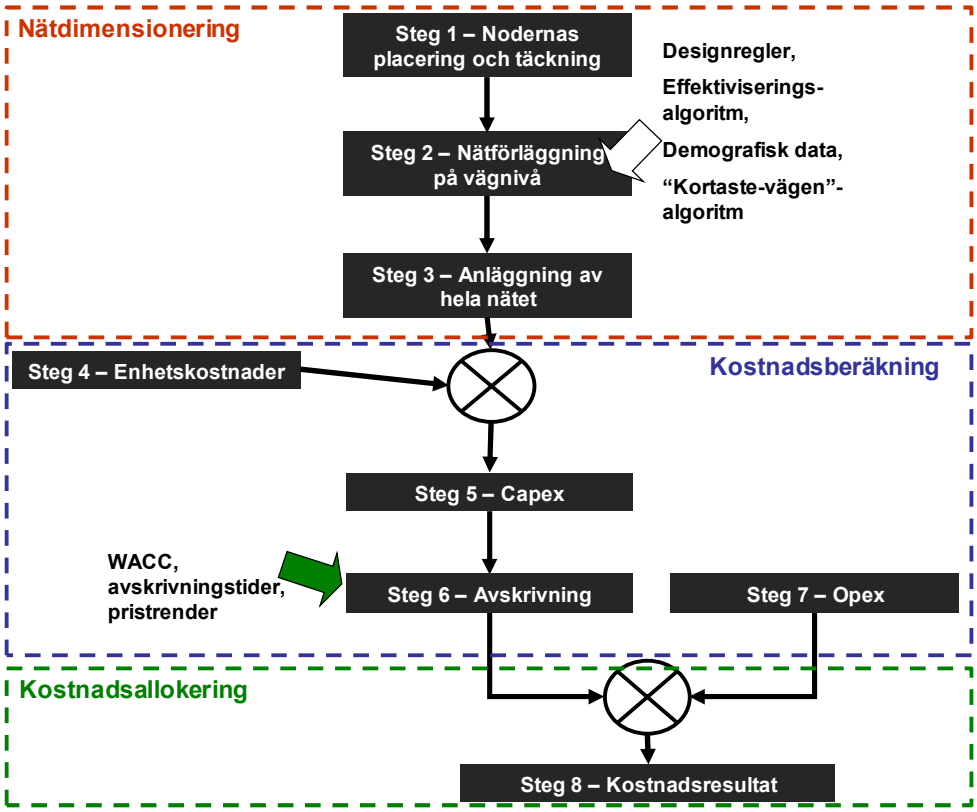
  - antalet och storlek på kablar.
- Kabelkostnaden som beror på:
  - längden på gator/vägar,
  - enhetskostnad för att anlägga kablar, som varierar mellan olika länder, huvudsakligen beroende på olika arbetskostnader,
  - enhetskostnad för kablar, som är snarlika mellan olika marknader, och
  - antal bostäder, arbetsställen, industribyggnader och offentliga byggnader som ska betjänas av dessa kablar.

Därför behövs huvudsakligen tre typer av data:

- väglängder,
- enhetskostnader,
- sträckningar mellan byggnader och accessnoder.

Modelleringen av accessnätet görs i tre faser och i åtta steg (se bilden nedan).

Figur 2 - Ansats för accessnätsmodellering



Källa: TERA Consultants

De tre faserna består av:

- Nätdimensionering (network dimensioning) härleder antalet tillgångar baserat på totala efterfrågan (steg 1 till 3),
- Nätkostnad (network costing) härleder årskostnaden för nätet baserat på nätdimensionering och enhetskostnader (steg 4 till 7), och
- Allokering av nätkostnader (network cost allocation) beräknar och fördelar kostnader för de olika tjänsterna (steg 8).

2.4.2 Stegen i modelleringen av accessnätet

2.4.2.1. Lokalisering av noder och täckning

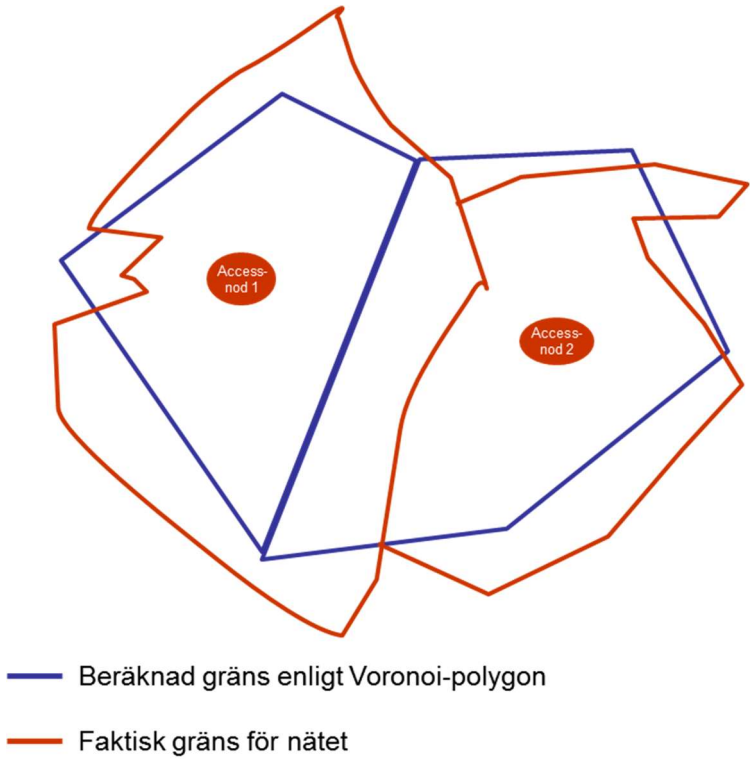
I överensstämmelse med princip 10 i modellreferensdokumentet är utgångspunkten för nätdimensioneringen placeringen av noder och etablering av täckningsområden.

Enligt ansatsen för modifierad scorched node använder modellen uppgifter om SMP-operatörens siter och därmed identifiering av accessnodernas lokalisering. Utgångspunkten är de cirka 6 500 accessnoderna (nuvarande noder är cirka 8 200 minus 1 700 accessnoder som är avvecklade eller planerades att avvecklas till och med 2018[2]). Nodstrukturen har justerats för att avlägsna överflödiga noder.

Identifiering av positionerna för accessnoderna gör det möjligt att dela upp landet i accessnätsområden vilket görs med hjälp av s.k. ”Voronoi-polygoner”, som är en matematisk metod för att beräkna avstånd till punkter, och som beskrivs i princip 13 i modellreferensdokumentet. Slutanvändarna blir då anslutna till närmaste accessnod utefter vägnätet. Alla slutanvändare inom samma accessnodsområde är anslutna till samma accessnod.

[2] Telia Company, framtidens nät; www.telia.se/privat/om/framtidensnat Omkring 6 500 noder kommer att kvarstå efter nedkoppling enligt Telias planer.

Figur 3 – Exempel på ett faktiskt och ett optimerat täckningsområde för accessnoder



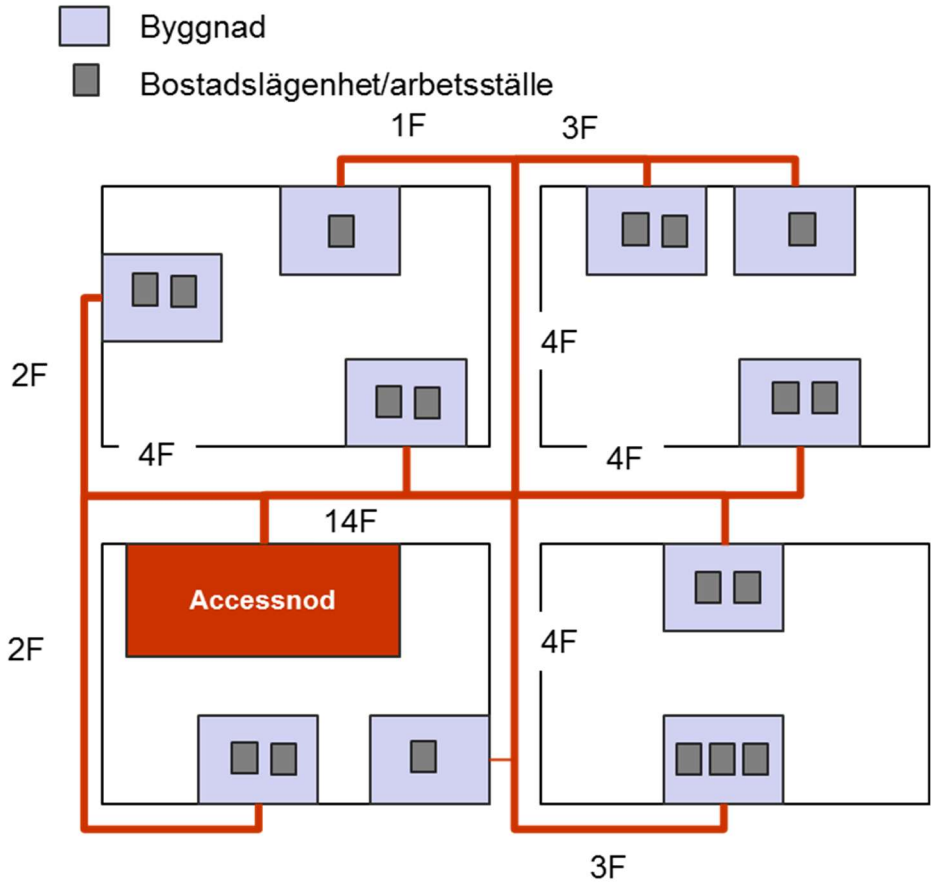
Källa: TERA Consultants

2.4.2.2. Nätutbyggnad på gatunivå

Efter att ha bestämt accessnodernas täckningsområde är det möjligt att beräkna den mest kostnadseffektiva sträckningen (vilket utgår från att den kortaste vägen är den som är mest kostnadseffektiv utan att ta hänsyn till ytskikt och geografiska förhållanden, och inte heller alternativa sträckningar som avviker från vägnätet) som förbinder varje bostad/arbetsställe med en accessnod. Som beskrivs i modellreferensdokumentet görs det baserat på ”kortaste-vägen algoritmen”, från varje byggnad till dess närmaste accessnod.

Den kortaste sträckningen från varje byggnad till accessnoden behöver beräknas för att modellera accessnätet:

Figur 4 – Dimensionering av antal fiber i ett punkt-till-punkt-nät



Källa: TERA Consultants

Efter att ha beräknat kortaste vägen är det möjligt att beräkna efterfrågan på segmentsnivå, vilket är sträckningen mellan två på varandra följande korsningar. Efterfrågan på segmentsnivå består av:

- Efterfrågan från det aktuella segmentet, dvs. alla bostäder/arbetsställen som ligger i detta segment, och
- Efterfrågan på bakomliggande delar av segmentet eller den totala efterfrågan i segmentet, dvs. alla bostäder/arbetsställen för vilka den kortaste vägen till accessnoden går genom segmentet.

Dimensioneringen av accessnätet på segmentsnivå innebär att beräkna antalet tillgångar som krävs för att möta den lokala efterfrågan, givet tekniska regler och en katalog över tillgångar.

2.4.3 Fullständigt nät

Det fullständiga nätet eller nätet på nivån för accessnoden är dimensionerat utifrån en aggregering av antalet tillgångar som behövs på varje segment. Detta möjliggör en sammanställning av inventarielistan för nätutrustningen. Detta steg avslutar nätdimensioneringsfasen.

2.4.4 Pris på utrustning

Det första steget i kostnadsberäkningen av nätet är att härleda aktuell enhetskostnad, från alla tillämpade enhetskostnader, pristrender och relevanta påslag som inkluderar alla relevanta kostnader.

De aktuella enhetskostnaderna kommer i de flesta fall från data insamling från operatörerna (både Telia och andra operatörer) eller Hybridmodellen[3], och i vissa fall från jämförelsetal och justerats ifall det varit relevant.

2.4.5 Capex

Den totala investeringen baseras på förteckningen av tillgångarna och aktuella enhetskostnader och erhålls genom att multiplicera förteckningen (inventarielistan) med nuvarande tillgångspriser.

2.4.6 Avskrivning

Nätets årskostnad erhålls genom att använda avskrivningsformeln för den specifika tillgången på capex, vilket beror på

- tillgångens livslängd
- pristrend
- kalkylränta (WACC).

2.4.7 Beräkning av driftkostnader

Rörelsekostnaderna beräknas i fliken [Opex Calculation] i *Accessmodellen*.

Den totala årskostnaden erhålls genom att summera den årliga kostnaden för nätet och driftkostnaden, inklusive icke-nätrelaterade kostnader. Detta steg avslutar beräkningen av nätkostnaden.

2.4.8 Allokering av nätkostnader

Allokeringen av nätkostnader används för att fastställa de olika kostnaderna som baseras på *Accessmodellen*.

[3] Hybridmodellen 10.1

Kostnaden per anslutning är resultatet av accessnätskostnaderna och de specifika kostnaderna, som t.ex. grossistkostnader, delat med det totala antalet aktiva anslutningar.

2.5 Ansats för modellering av corenät

Kostnaderna för corenätet består huvudsakligen av:

- kostnader för anläggningstillgångar (kanalisation, schakt), vilka beror på:
    - länkar mellan corenoder på varje hierarkisk nivå,
    - nätarkitektur,
    - enhetskostnader som huvudsakligen är beroende på olika arbetskostnader), och
- aktiv utrustning vid noder, vilka beror på:
    - antalet abonnenter anslutna till varje accessnod,
    - trafiken som passerar genom nätet,
    - nätarkitektur,
    - enhetskostnad för nätelement.

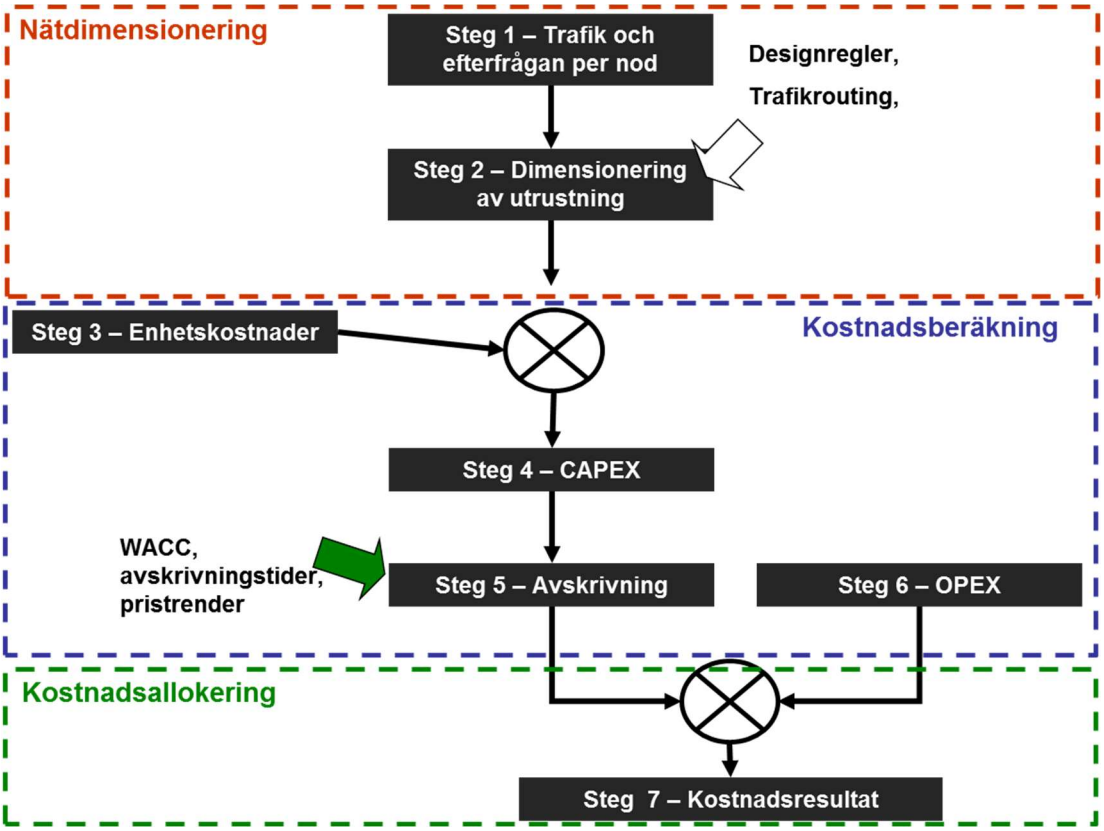
Det betyder att tre typer av data behövs:

- efterfrågan och trafik i corenätet,
- länkar i corenätet,
- enhetskostnader.

Modelleringen av corenätet följer tre faser och sju steg (se figuren nedan). De tre faserna är:

- Nätdimensionering (network dimensioning) härleder antalet tillgångar baserat på total efterfrågan (steg 1 till 2).
- Nätkostnader (network costing) härleder årskostnad för nätet baserat på dimensionering och enhetskostnader (steg 3 till 6).
- Fördelning av nätkostnader (network cost allocation) beräknar kostnaden för de olika tjänsterna (steg 7).

Figur 5 - Ansats för modellering av corenätet



Källa: TERA Consultants

2.5.1 Steg i modelleringen av corenätet

2.5.1.1. Trafik och efterfrågan per nod

Utgångspunkten för nätdimensioneringen är att bedöma efterfrågan för varje tjänst vid varje accessnod för det modellerade nätet.

I enlighet med accessnätet använder modellen en justerad förteckning över SMP-operatörens accessnoder.

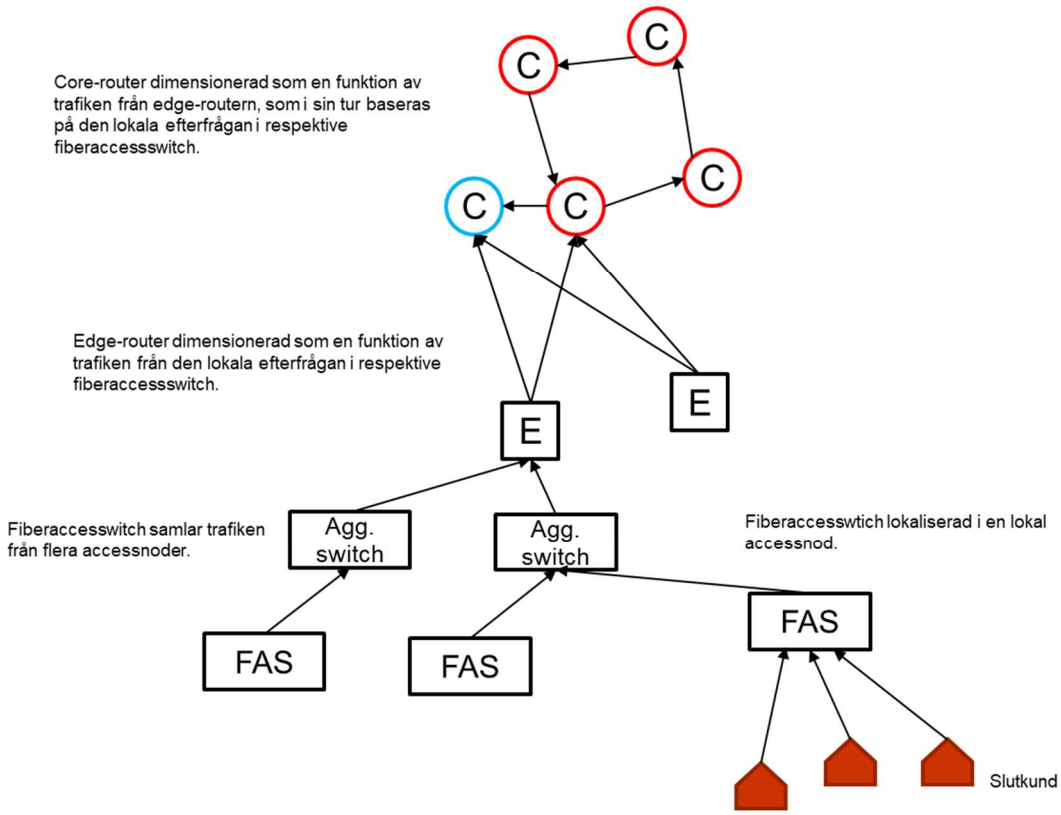
2.5.1.2. Dimensionering av utrustning

Efter att ha bestämt konfigureringen av accessnoderna och efterfrågan för varje accessnod är det möjligt att dimensionera utrustningen som anläggs för varje nivå i nätet:

- Den första hierarkiska nivån är accessnoderna där fiberswitcharna är utplacerade utifrån efterfrågan på olika tjänster (antal aktiva slutanvändare) anslutna till noden.

- Vid den andra och tredje hierarkiska nivån, Edge and Core-routrarna, bestäms dimensioneringen enligt nedlänksbehovet som härstammar från den underordnade accessnoden för varje Edge and Core-router.

Figur 6 - Corenätets struktur



Källa: TERA Consultants

Vid dimensioneringen av corenätets aktiva utrustning på nodnivå beräknas antalet tillgångar (linjekort, rack etc.) som krävs för att hantera efterfrågan vid noden, utifrån tekniska principer och förteckningen över tillgångarna.

Det bör noteras att aggregeringsswitchar och metroswitchar, som möjliggör redundanta länkar mellan accessnoderna (FAS), inte dimensioneras utifrån efterfrågan utan baserat på nätets struktur:

- En aggregeringsswitch placeras på var tredje accessnod.
- Metroswitch används vid slutpunkten för Metro redundanslänkar.

2.5.2 Aktuella priser på utrustning

Det första steget för att beräkna nätkostnaden är att bedöma enhetskostnaderna för de olika tillgångarna, med beaktande av pristrender.

De aktuella enhetskostnaderna kommer i de flesta fall från datainsamlingen från svenska operatörer eller Hybridmodellen. De jämförs även med data från andra länder när det är relevant.

2.5.3 Capex

Den totala investeringen baseras på förteckningen av tillgångar och dess aktuella enhetskostnader. Denna erhålls genom att multiplicera tillgångsförteckningen (inventarielistan) med tillgångspriser.

2.5.4 Avskrivning

Nätets årskostnad erhålls genom att använda avskrivningsformeln för den specifika tillgången på capex, vilket beror på

- tillgångens livslängd,
- pristrend,
- kalkylränta (WACC, Weighted Average Cost of Capital).

2.5.5 Beräkning av driftkostnader

Driftkostnader (opex) består av:

- nätrelaterad opex
    - hyra för byggnader och lokaler,
    - underhåll och drift,
- icke-nätrelaterad opex,
    - gemensamma kostnader - eller indirekta rörelsekostnader, overhead,
    - grossistkostnader.

Den totala årskostnaden uppnås genom att summera nätets årskostnad och opex, inklusive kostnader för icke-nätrelaterad opex. Detta steg avslutar beräkningen av nätkostnaden.

2.5.6 Allokering av nätkostnader

Fördelningen av nätkostnader används för att fastställa de olika enhetskostnaderna som baseras på *Coremodellen*.

Kostnaden per anslutning beräknas genom att dela årskostnaderna som allokerats till varje tjänst (med hjälp av routingfaktorerna) och tjänstespecifika

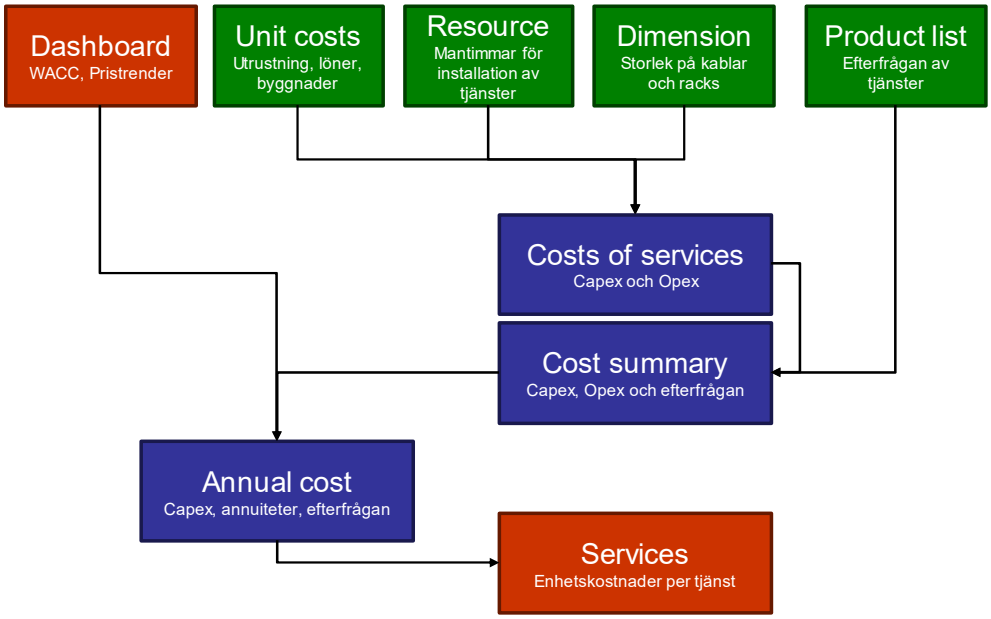
kostnader med den totala aktiva efterfrågan för tjänsten (abonnenter, minuter, samtal).

2.6 Modellering av samlokalisering

Samlokaliseringsmodellen beräknar enhetskostnader för samlokalisering och installationstjänster i fyra steg:

- Förteckningen av tillgångar och resurser som behövs för varje tjänst bedöms.
    - De antaganden som tillämpas redovisas i kalkylbladen för konstruktions- och designregler: [Resource] and [Dimension].
- Capex och opex beräknas för varje tjänst.
    - Den resurs som krävs för varje tjänst multiplicerat med enhetskostnaden för resursen (arbetskostnad, lokaler, utrustning etc.).
    - Det görs i kalkylbladet [Cost of services], baserat på kalkylbladen [Unit costs], [Resource] och [Dimension].
- Capex och opex multipliceras med den totala efterfrågan för varje tjänst.
    - Det görs för att erhålla de totala kostnaderna för varje tjänst.
    - Det görs i kalkylbladet [Cost summary], baserat på kalkylbladen [Product list] och [Costs of Services].
- Total capex skrivs av där det är relevant (det vill säga för de tjänster där kostnaderna återvinns genom en årlig eller kvartalsavgift).
    - Det görs i kalkylbladet [Annual cost] med hjälp av WACC (finns i kalkylbladet [Dashboard]) och tillgångarnas livslängd och pristrend.
- Enhetskostnad per tjänst erhålls genom att dela totala kostnader med totala efterfrågan för varje tjänst.
    - Enhetskostnader justeras för att beakta grossistkostnader, dvs. kostnader för att sälja tjänsten (fakturering etc.).

Figur 7 - Struktur på modell för samlokalisering



Källa: TERA Consultants

2.7 Samspelet mellan de olika komponenterna i kalkylmodellen

Kalkylmodellen består av sex modeller:

- *Efterfrågemodellen*
- *Geoaccessmodellen*[4] (MS Access)
- *Accessmodellen*
- *Coremodellen*
- *Samlokaliseringsmodellen*
- *Konsolideringsmodellen*

Accessmodellen, *Coremodellen* och *Samlokaliseringsmodellen* ger enhetskostnaden för interima tjänster (interim services) som output (t ex tjänster som endast använder accessnätet). *Konsolideringsmodellen* samlar enhetskostnaderna för alla interima tjänster och lägger ihop dem för att erhålla enhetskostnaderna för de

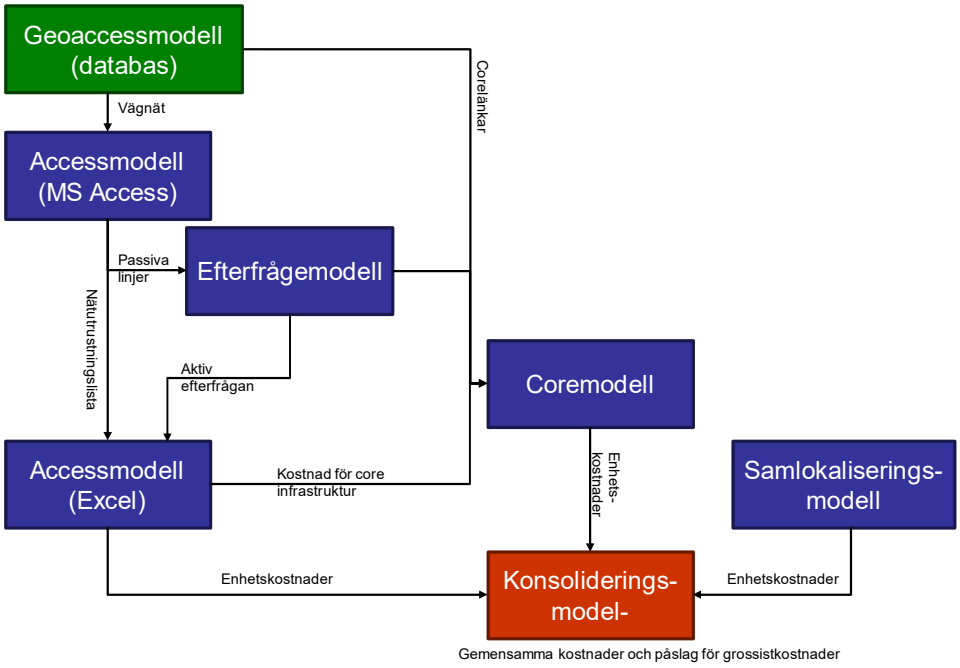
[4] Består av sex Accessdatabaser som gemensamt täcker hela Sverige. Filerna innehåller indata från geomodelleringen utförd i GIS-programvara.

modellerade tjänsterna. De ovannämnda modellerna är emellertid inte oberoende av varandra:

- Det specificerade antalet linjer som ansluts per accessnod för det fullständiga och begränsade nätet i *Efterfrågemodellen* kommer från beräkningen i *Geoaccessmodellen* (MS Access) och databasen (”Demand results”)
- Den aktiva efterfrågan per accessnod och per tjänst samt den totala trafiken per tjänst beräknas i *Efterfrågemodellen*, vilken sedan blir indata i de andra modellerna i kalkylbladet [Import from Demand] i *Accessmodellen* och *Coremodellen*
- Förteckningen över utrustning (inventarielista) för accessnod beräknas i *Geoaccessmodellen* (MS Access) och rapporteras i *Accessmodellen* i fliken [Import from MS Access].
- Kostnaderna för infrastrukturen i corenätet beräknas i *Accessmodellen* och rapporteras i *Coremodellen* i kalkylbladet [Import from Access].
- Listan över coreländar rapporteras från MS Access-delen av *Accessmodellen* i *Coremodellen* i kalkylbladet [Demand per node].
- De totala kostnaderna som beräknas innan gemensamma kostnader tillförs i varje modell rapporteras i de övriga modellerna för att kunna beräkna de totala kostnaderna för hela nätet (core, access och samlokalisering). De används för att fördela gemensamma kostnader mellan tjänsterna genom likaproportionerligt påslag (EPMU, Equi-Proportionate Mark-Up).

Slutligen används vissa enhetskostnader, som kostnader för byggnader och lokaler, och finansiella antaganden (kapitalkostnad, pristrend) i alla tre kostnadsmodellerna (core, access och samlokalisering). Dessa är konsekventa mellan kostnadsmodellerna. Dessa interaktioner summeras i figuren nedan:

Figur 8 - Modellstruktur och beräkningsflöde för kalkylmodellen



Källa: TERA Consultants

3 Geodatamodellering

Det här avsnittet beskriver den geodata som används som utgångspunkt för modelleringen, och de beräkningar vars resultat sedan matas in i *Accessmodellen*.

I geomodelleringsprocessen beräknas kortaste väg från varje enskild byggnad till dess accessnod, accessnätet, samt även corenätet som sammanbinder nätägarens olika siter (accessnoder, edgenoder, IP-noder etc.).

Modelleringen har genomförts av TERA Consultants och GIS-experten EMTEL Ltd.[5]

3.1 Referensdokument och filer

Två typer av geografisk data har använts för den statistiska analysen, s.k. geospatial data:

- geografiska databaser avseende det svenska vägnätet och var samtliga byggnader i Sverige är belägna.
- nätdata avseende var telestationer, nedan benämnda siter, är belägna, gränserna mellan accessnätsområden samt förbindelsevägarna mellan den hypotetiska operatörens siter i corenätet. Dessa data möjliggör modellering av ett nät enligt ”scorched node”-principen.

De datafiler som använts i geomodelleringen redovisas i följande tabell:

Tabell 1 - Referensfiler med geografisk data

Datafil	Innehåll	Användning
Vägdatabas RoadGEO.shp RoadBicycleGEO.shp (Trafikverket) (publik data)	Svenska vägnätet De geografiska egenskaperna i olika landområden (markförhållanden, tätorter, etc.)	Data om vägnätet har använts för att konstruera det teoretiska nät som ansluter enskilda byggnader till accessnod som är lokaliserade till siter. Vägklassning och vägbredd har använts för att uppskatta avstånd mellan byggnad och vägkant.
Byggnadsdatabas Relevant urval ur Byggnadsregistret och lägenhetsregistret	Koordinater för samtliga relevanta byggnader i Sverige som ska anslutas till nätet, och deras funktion, som t.ex. antal lägenheter, byggnadstyp: enbostadshus	Uppgifter om var byggnader är belägna.

[5] http://www.emtel.co.nz/

(Lantmäteriet) (inköpt av PTS, ej publik)	SDU, flerbostadshus MDU, kommersiell byggnad, industribyggnad	
Sitemaster (Telia Company)	Namn och geografisk position för de siter i SMP-operatörens nät som används för modelleringen	Den geografiska positionen för de 6 500 siter som ingår i modellen (8 200 minus 1 700 som lagts ner) har använts för att dela upp landet i 6 500 täckningsområden. Kortaste väg längs vägnätet har beräknats från respektive site till de byggnader som finns i täckningsområdet.
Uto_20160629_ PTS_region.shp och **utokk_koord_071220 _pts_point.shp** (Telia Company)	Namn, geografisk position och täckningsområde för SMP-operatörens faktiska siter	Den geografiska positionen för SMP-operatörens 8 200 faktiska siter och deras täckningsområden har använts för att kontrollera att beräkningar enligt modellens optimeringsalgoritm överensstämmer med faktiska täckningsområden, innan den sedan tillämpas på de 6 500 siterna i modellen.
Network Structure (Telia Company)	Förbindelsevägarna mellan noder i corenätet, på fyra nivåer (IP, edge, common och metro)	Identifiering av corenätets hierarkiska nivåer. (Accessnoder, Edge noder) och de härtill kopplade förbindelserna (från accessnod till edge routrar (allmänna nivån); redundanta "Metro"förbindelser mellan access och edge noder (metro nivån)).
tk_01_Sweref_99 _TM_shape och **sve_1milj_Sweref _99_TM_shape** (Lantmäteriet) (Publik data)	Den svenska terrängkartan	Data om markförhållanden, öar och geotyper

3.2 Granskning av indata

3.2.1 Vägnät och byggnadsdata

Vägnätet består av allmänna och enskilda vägar och cykelvägar. Dataunderlaget har först förenklats för att underlätta beräkningar och göra det möjligt att beakta nätdelning för om t.ex. två parallella vägar beaktas är det mindre lämpligt eftersom det försvårar nätdelning mellan access- och corenät. Vägavsnitt som inte är användbara för nätutbyggnaden, dvs. är oanvändbara för att ansluta byggnader till närmaste accessnod har tagits bort. De vägavsnitt

som tagits bort är huvudsakligen cykelvägar som löper parallellt med allmänna vägar. Efter detta steg återstår 305 408 km vägsegment.

Byggnadsdata inkluderar samtliga bostadshus, fritidshus samt ca 500 000 arbetsställen. (Se Tabell 13 - Antal byggnader beroende på nätutbredning).

Det första steget i bearbetning av data över vägnätet är att dela upp segment vid vägkorsningarna, eftersom ”kortaste väg”-algoritmen måste ha möjlighet att byta riktning vid varje vägkorsning.

Därefter säkerställs att vägnätet är tillräckligt omfattande för att kunna ansluta alla byggnader till accessnätet, och att skapa nya virtuella vägsegment där sådana saknas:

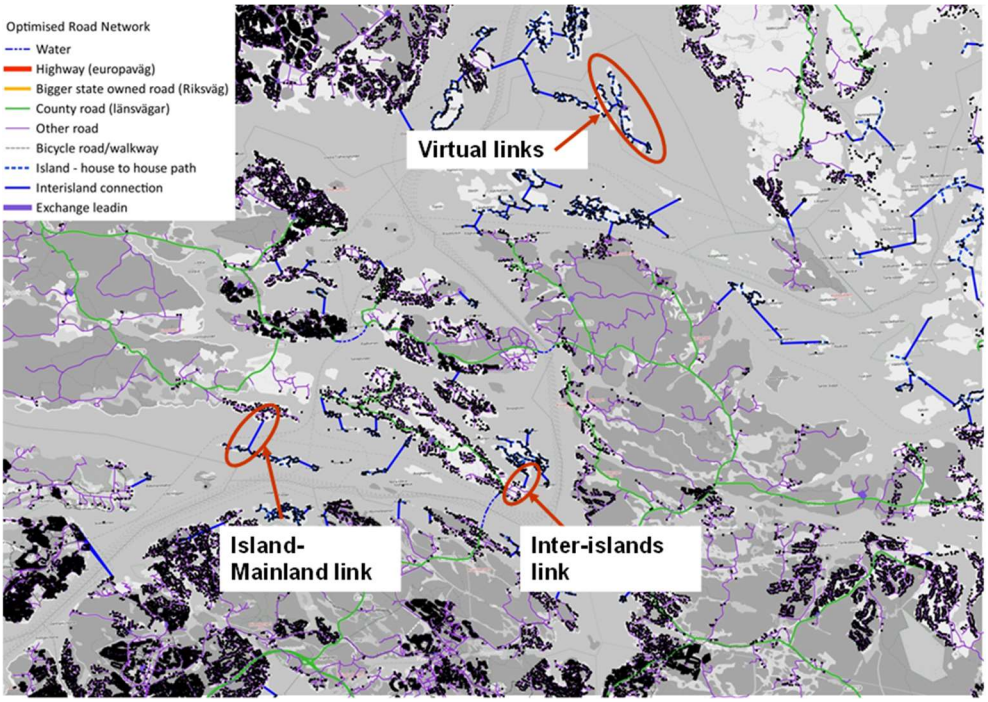
- På vissa öar där relevanta byggnader finns saknas vägnät. Ett ”virtuellt” vägnät har därför skapats i modellen genom ”Minimum Spanning Tree”-algoritmen. Denna algoritm syftar till att sammanbinda alla byggnader på ön med ett så litet vägnät som möjligt. Dessa virtuella vägsegment uppgår till 1 058 km av totalt 305 408 km väg.

Figur 9 - Ett vägnät skapas på en ö

Källa: EMTEL, TERA Consultants

- Vissa öar är isolerade och inte anslutna till fastlandet. Segment för sjökablar har därför skapats för att ansluta dem till fastlandet eller till närmaste ö. Dessa segment har skapats mellan de två närmaste punkterna på ön respektive på fastlandet. De virtuella undervattenssegmenten uppgår till 774 km av totalt 305 408 km väg.

Figur 10 - Anslutning av öar



När det inte finns några broar från öar till fastlandet ansluts öar med sjökabel eller radiolänk. Länken sträcker sig i en rak linje mellan de två närmaste punkterna på ön och på fastlandet (blå linje). Länkar som skapats för att ansluta öar är betecknade som ”VIRTUAL SUBMARINE” i databasen.

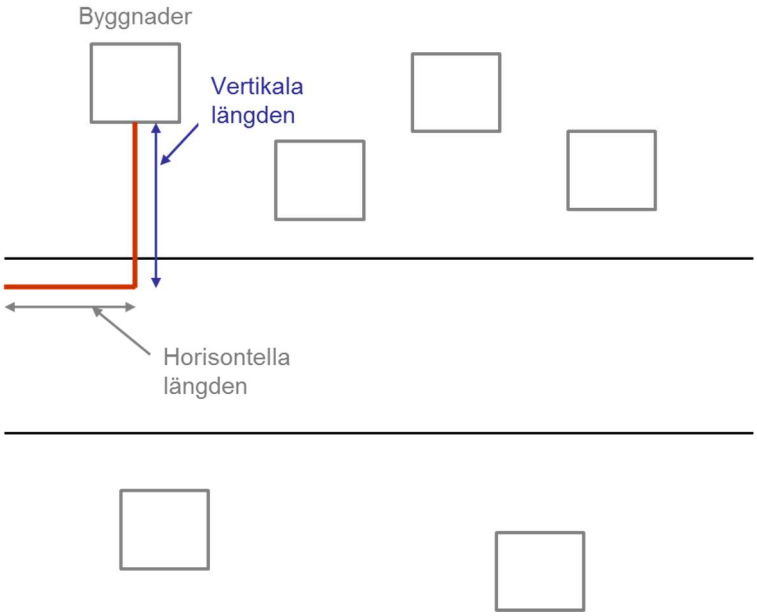
När vägnät saknas (huvudsakligen på öar) har det tillskapats (se tidigare avsnitt och figur 10). På kartan är dessa vägar markerade med streckad blå linje, och är betecknade som ”VIRTUAL” i databasen.

Övriga vägsegment är baserade på vägdatabasen (motorvägar, riksvägar, länsvägar, övriga vägar och cykelvägar).

Källa: EMTEL, TERA Consultants

Nästa steg är att projicera varje byggnad ovanpå vägnätet för att uppskatta ”väg till hus”, eller den ”vertikala längden”, mellan byggnad och segmentet.

Figur 11 - Projicering av byggnader på vägsegment och beräkning av ”vertikal längd”



Källa: TERA Consultants

Den totala ”vertikala längden” i accessnätet uppgår till 68 567 km.

Svenska terrängkartor har använts för att fastställa topologin och vilken geotyp som ska användas för schaktning i olika områden. Tre områdeskategorier har definierats:

- Tätort: Tätortsområden med fler än 10 000 invånare
- Mindre tätort: Tätortsområden med mellan 2 000 och 10 000 invånare
- Utanför tätort: Övrigt

3.2.2 Siter och deras täckningsområden

Modelleringen av accessnätet följer en modifierad ”scorched node”-metodik, som beskrivs i modellreferensdokumentet (MRD) princip 10.

Utgångspunkten för modelleringen är de faktiska geografiska positionerna för SMP-operatörens accessnoder (siter), men deras respektive täckningsområden har optimerats. Den geografiska positionen är baserad på SMP-operatörens nodförteckning (sitemaster), och omfattar de siter som enligt företagets planer kommer att finnas kvar efter 2018.

a. Siternas geografiska position

Det första steget i den modifierade ”scorched node”-metodiken är att, bland de 8 243 siter som ingår i den ursprungliga listan över siter i SMP-operatörens nät, välja ut de som är relevanta för modelleringen.

Först exkluderas de ca 30 siter som inte försetts med XY-koordinater.

Därefter exkluderas de siter som redan avvecklats under åren 2011-2015, samt de som avvecklats och som planerades att avvecklas 2016-2017. Som resultat av detta utesluts fler än 1 700 siter från den fortsatta modelleringen.

Sedan slås närliggande siter ihop till en site:

- alla siter som ligger mindre än 10 meter från varandra slås ihop (i praktiken mellan 0 och 4 meter)[6]
- siter utanför tätort som ligger 10 till 100 meter från varandra slås ihop (i praktiken mellan 16 och 37 meter)[7]
- siter i tätort som ligger 10 till 100 meter från varandra slås inte ihop (i praktiken mellan 25 och 100 meter)[8]

Eftersom siter i tätort har ett mindre täckningsområde än siter utanför tätort är det rimligt att hantera dem olika. Tätortssiter kan därför ligga relativt nära varandra, medan det är rimligt att slå ihop siter utanför tätort som ligger relativt långt från varandra.

Totalt har 30 siter slagits ihop till 15.

Efter detta steg återstår 6 424 siter för den fortsatta modelleringen.

b. Siternas täckningsområde

Det andra steget i den modifierade ”scorched node”-metodiken är att optimera siternas täckningsområden, baserat på avstånd via vägnätet.

Detta utförs med hjälp av Voronoi-algoritmen (eller Voronoi-diagram) som tillämpas på de 6 424 siterna (accessnod). Det innebär att alla byggnader är

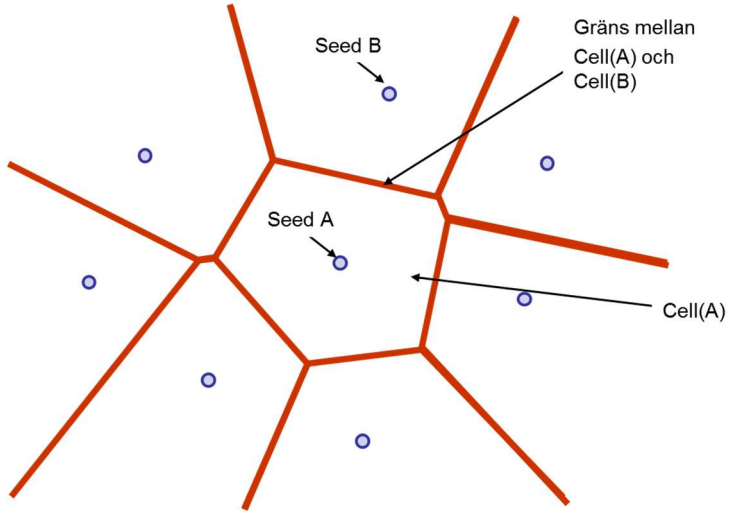
[6] Dessa siter finns i Uppsala, Stockholm, Norrköping, Löten/Rörbäcksnäs, Helsingborg, Grums, Gävle, Göteborg, Filipstad, Strängnäs, Halmstad and Linköping.
[7] Dessa siter finns i Östersund, Umeå/Ålidhem and Västanberg
[8] Dessa siter finns i Stockholm + Storängen, Äppelviken, Spånga, Enskede, Fredhäll and in Göteborg, Uppsala, Örebro and Helsingborg

anslutna till någon av dessa 6 424 siter, inklusive de byggnader som ursprungligen skulle ha varit anslutna till någon av de siter som avvecklats.

Ett Voronoi-diagram är en uppdelning av ett plan i områden baserade på distansen till punkter i en specifik delmängd av planet. Dessa delmängder (benämnda ”seeds”, dvs. siter i detta fall) är specificerade på förhand, och för varje ”seed” finns ett tillhörande område bestående av alla punkter (byggnader i detta fall) som befinner sig närmare denna ”seed” än någon annan. Dessa områden kallas ”Voronoi-celler” eller ”Voronoi-områden”.

Det avstånd som används för att för varje byggnad fastslå närmaste site är avståndet via vägnätet, inte fågelvägen.

Figur 12 - Voronoi-uppdelning



Källa: TERA Consultants

Fastlandet och öarna delas sedan upp i 6 424 områden som överensstämmer med de 6 424 siterna: i varje område x ligger alla byggnader närmare site x än någon annan site. Utifrån accessnätet innebär detta att de alla är anslutna till samma site. Optimeringen av täckningsområdena har testats för de ursprungliga 8 243 siterna och deras faktiska täckningsområden. På detta sätt är det möjligt att kontrollera hur väl optimeringen med Voronoi-algoritmen överensstämmer med de faktiska täckningsområdena.

Resultaten av testet presenteras nedan. Först har de 8 243 siterna rensats, dvs.

- ”dubblerade” siter har tagits bort

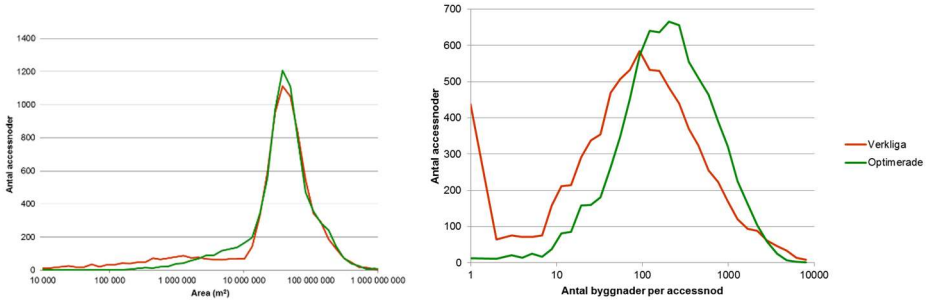
- siter utan täckningsområde eller utanför täckningsområde har bortsetts från

Därefter återstår 7 879 siter, och utifrån dessa har två scenarier jämförts:

- de faktiska täckningsområdena för dessa siter,
- de optimerade täckningsområdena för 7 879 siter som beräknats med Voronoi-algoritmen.

Optimeringen av täckningsområden leder till mer homogena täckningsområden: i det optimerade nätet (baserat på 7 879 siter) är det färre siter med begränsad täckningsarea eller med endast ett fåtal betjänade byggnader (”storleken”). Medianen för täckningsområden ligger betydligt närmare medelvärdet för täckningsarea och storlek, vilket framgår av Figur 13.

Figur 13 - Jämförelse av täckningsområdenas area och storlek



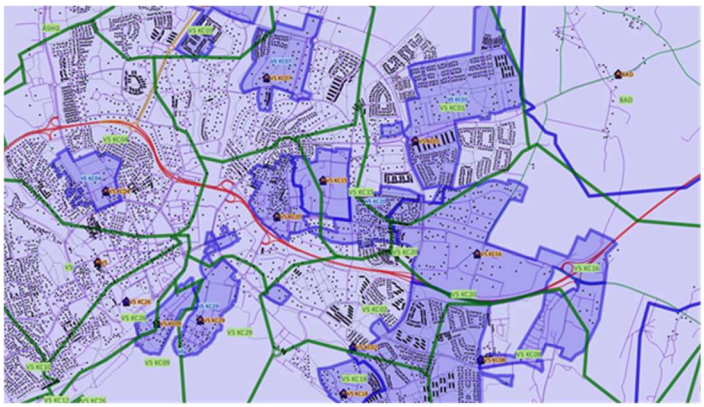
Täckningsområden i SMP-operatörens faktiska kopparaccessnät (rött) och i det optimerade nätet (grönt)

Källa: Telia Company, EMTEL, TERA Consultants

Dessutom ger de optimerade täckningsområden en mer komplett täckning av landet, utan glapp eller överlapp. De optimerade områdena är i genomsnitt något större än de faktiska områdena, vilket beror på att de täcker hela landet, inklusive de områden som inte täcks av det faktiska nätet. Fördelningskurvan är således snävare och fördelningen av de optimerade områdenas täckning har en tunnare vänster svans.

I figuren nedan är de faktiska täckningsområdena färgade ljusblå, och mörkblå där två faktiska täckningsområden överlappar varandra (överlapp mellan två närliggande områden, eller ett område inringat av ett annat område). I de flesta fall var glappet mellan täckningsområdena antingen obetydligt, eller beläget i ett område med minimalt eller obefintligt vägnät.

Figur 14 – Jämförelse av faktiska och optimerade täckningsområden



Jämförelse visar skillnaden mellan de faktiska täckningsområdena för SMP-operatörens kopparaccessnät (ljust och mörkblått) och de optimerade täckningsområdena (grönt)

Källa: Telia Company, EMTEL

3.2.3 Corenätet

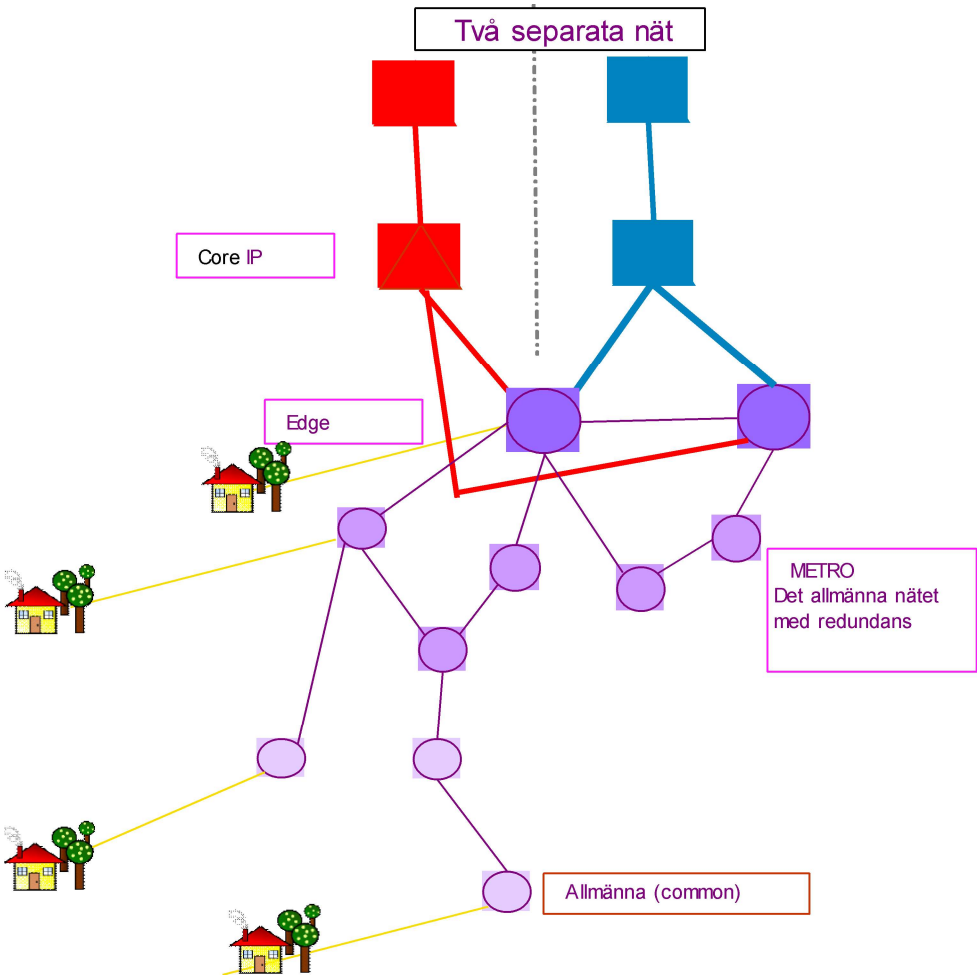
SMP-operatören har tillhandahållit en datafil som beskriver arkitekturen för corenätet, i 3+1 hierarkiska nivåer:

- IP-nivån, den högsta nivån i corenätet, består av två parallella nät med ett dussin noder vardera, det blå och det röda nätet. Av sekretesskäl har detaljer om denna nätnivå inte inkluderats.
- Edge-nivån, den andra nivån i corenätet, består av 139 edge-routrar i lika många edgenoder.
- Allmänna nivån, den tredje nivån i corenätet, som förbinder samtliga accessnoder med edgenoderna.
- Metro-nivån är ett parallellt nät som består av redundanta länkar mellan accessnoder och/eller edgenoder, och säkerställer att corenätet är robust.

Nätets struktur åskådliggörs i följande figur:

- två separata och parallella IP-nät (rött och blått)
- Edge-nivån, ansluten till rött och blått IP-nät
- allmänna nivån som förbinder accessnoderna med edgenoderna
- Metro-nivån, som ger redundanta länkar inom allmänna nivån (common) och mellan allmänna och edge-nivån

Figur 15 – Hierarkisk struktur för corenätet



Källa: Telia Company

IP-nivån

IP-nivån är den högsta nivån i SMP-operatörens corenät, och består av två parallella nät mellan regionala huvudnoder, det röda och det blå nätet. Av redundansskäl är varje regional huvudnod i det röda nätet ansluten till alla andra regionala huvudnoder i det röda nätet, såväl som till den motsvarande regionala huvudnoden i det blå nätet.

SMP-operatören har uppgett att det ingår 20-30 regionala huvudnoder i corenätet, men har av sekretesskäl inte uppgett deras exakta geografiska positioner. Till följd av detta har en s.k. ”scorched earth”-metodik använts vid

modellering av IP-nivån. För att placera de regionala huvudnoderna har följande målsättningar ställts upp:

- Mål 1: Landet ska vara ordentligt täckt genom att säkerställa att inga befolkningscentra ligger för långt ifrån närmaste regionala huvudnod, dvs. undvika en situation där alla regionala huvudnoder är belägna nära de tre till fem största städerna.

- Mål 2: Placera IP-noderna nära större befolkningscentra.

Baserat på detta har residensstäderna i Sveriges 21 län valts som utgångspunkt för att placera regionala huvudnoder. Tre justeringar har gjorts:

- Visby har tagits bort från listan eftersom Gotlands län har minst befolkning. Eftersom Gotland dessutom inte utgör en del av fastlandet skulle en regional huvudnod i Visby medföra ökade svårigheter och därigenom kostnader för att etablera ett nät där alla röda respektive blå regionala huvudnoder är direktanslutna till varandra.

- Helsingborg har lagts till listan beroende på dess storlek och korta avstånd till Danmark.

- Två regionala huvudnoder placeras i vardera Stockholm, Göteborg och Malmö.

Totalt ingår 24 regionala huvudnoder i modellens IP-nivå:

Tabell 2 - Placering av regionala huvudnoder

Län	Residensstad	Länsarea km²	Befolkning 2016	Antal IP noder
Stockholm	Stockholm	6 519	2 269 060	2
Uppsala	Uppsala	8 207	361 373	1
Södermanland	Nyköping	6 102	288 097	1
Östergötland	Linköping	10 602	452 105	1
Jönköping	Jönköping	10 495	352 735	1
Kronoberg	Växjö	8 466	194 628	1
Kalmar	Kalmar	11 217	242 301	1
Gotland	Visby	3 151	58 003	
Blekinge	Karlskrona	2 946	158 453	1
Skåne	Malmö	11 034	1 324 565	2
Halland	Halmstad	5 460	320 333	1
Västra Götaland	Göteborg	23 948	1 671 783	2
Värmland	Karlstad	17 591	279 334	1
Örebro	Örebro	8 545	294 941	1
Västmanland	Västerås	5 145	267 629	1
Dalarna	Falun	28 188	284 531	1
Gävleborg	Gävle	18 198	284 586	1
Västernorrland	Härnösand	21 683	245 572	1
Jämtland	Östersund	49 341	128 673	1
Västerbotten	Umeå	55 186	265 881	1
Norrbotten	Luleå	98 244	250 570	1
Skåne	Helsingborg*			1
Totalt				**24**

*Ej residensstad

De 21 städerna är bland de största i Sverige. Inom varje stad finns åtminstone 27 siter, och i genomsnitt 58 siter. Placeringen av de regionala huvudnoderna har gjorts slumpmässigt till någon av de fem största siterna i respektive stad.

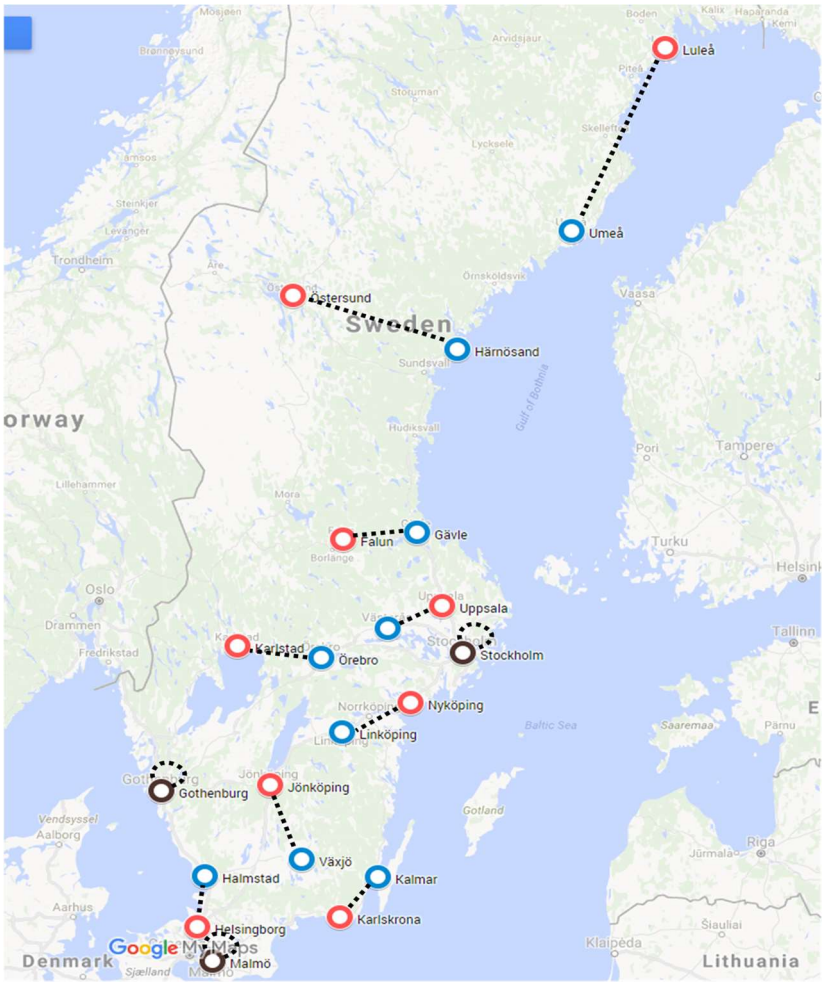
För varje stad har en tvillingstad valts från listan baserat på geografisk närhet. Av de två tvillingstäderna har en slumpmässigt tilldelats det röda nätet, och den andra slumpmässigt tilldelats det blå nätet. Detta resulterar i följande tabell över städer, tvillingstäder och regionala huvudnoder (med grön bakgrund).

Tabell 3 - Regionala huvudnoder och dess tvillingnoder

Stad	# IP	Tvilling	Län	Röd/blå
Karlskrona	1	Kalmar	Blekinge län	Röd
Falun	1	Gävle	Dalarnas län	Röd
Helsingborg	1	Halmstad	Skåne län	Röd
Gävle	1	Falun	Gävleborgs län	Blå

Halmstad	1	Helsingborg	Hallands län	Blå
Östersund	1	Härnösand	Jämtlands län	Röd
Jönköping	1	Växjö	Jönköpings län	Röd
Kalmar	1	Karlskrona	Kalmar län	Blå
Växjö	1	Jönköping	Kronobergs län	Blå
Luleå	1	Umeå	Norrbottens län	Röd
Malmö	2	Malmö	Skåne län	Röd / Blå
Stockholm	2	Stockholm	Stockholms län	Röd / Blå
Nyköping	1	Linköping	Södermanlands län	Röd
Uppsala	1	Västerås	Uppsala län	Röd
Karlstad	1	Örebro	Värmlands län	Röd
Umeå	1	Luleå	Västerbottens län	Blå
Härnösand	1	Östersund	Västernorrlands län	Blå
Västerås	1	Uppsala	Västmanlands län	Blå
Göteborg	2	Göteborg	Västra Götalands län	Röd / Blå
Örebro	1	Karlstad	Örebro län	Blå
Linköping	1	Nyköping	Östergötlands län	Blå

Figur 16 - Karta över de 24 utvalda regionala huvudnoderna

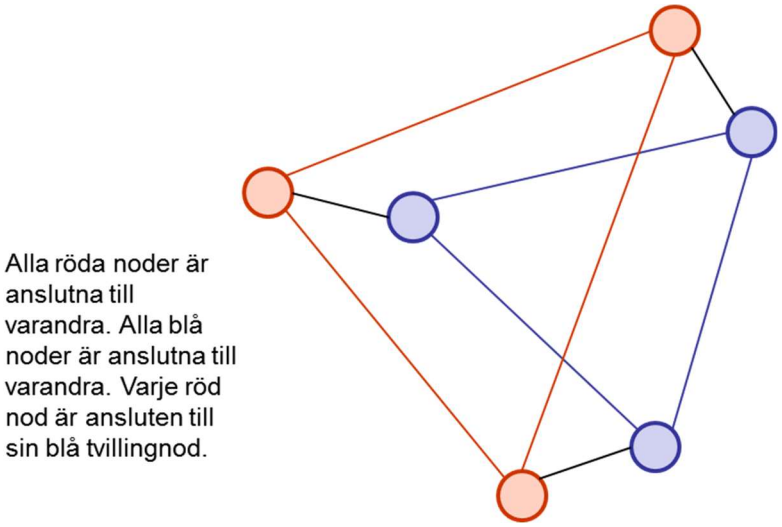


Varje röd nod har en blå tvillingnod (streckad linje). Stockholm, Göteborg och Malmö har vardera två noder.

IP-nivån består sedan av följande länkar:

- alla röda noder är anslutna till varandra (12 x 11/2 = 66 länkar)
- alla blå noder är anslutna till varandra (12 x 11/2 = 66 länkar)
- varje röd nod är ansluten till sin blå tvillingnod (12 länkar)

Figur 17 - IP-nivåns schematiska struktur



Källa: TERA Consultants

Edgenivån

Edge-nivån, den andra nivån i corenätet, består av 139 edge-routrar/noder.

- Varje edgenod är ansluten till två regionala huvudnoder på IP-nivån, en i det röda nätet och en i det blå nätet.

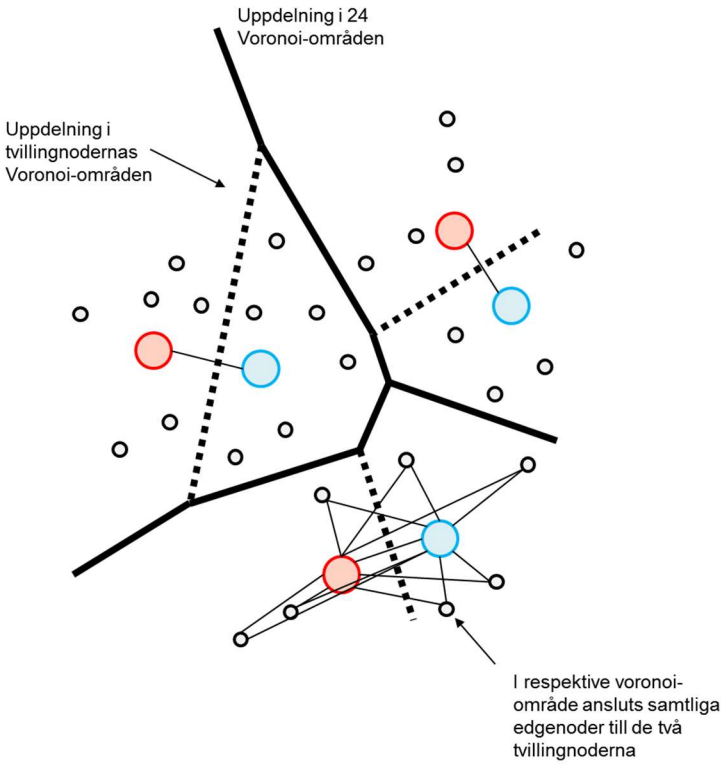
Tabell 4 - Edgenivån

Uto	Rno	Sing
ALS	322	ALS
ASP	8	ASP
B	33	B
BD	921	BD
BFO	63	BFO
BLG	243	BLG
BN	278	BN

Källa: Telia Company

Eftersom modelleringen av IP-nivån är baserad på en ”scorched earth”-metodik, etableras länkarna mellan edgenod och regional huvudnod baserat på ansatsen att varje edgenod ansluts till närmaste regional huvudnod och till dennas tvillingnod. På så sätt delas de 139 edgenoderna upp i 24 Voronoi-grupper baserat på var den närmaste regionala huvudnoden är belägen, och därefter i 12 grupper baserat på de tvillingnoder som edgenoden ansluts till.

Figur 18 - Gruppering av edge-noderna efter deras anslutning till IP-nivån



Källa: TERA Consultants

Om t.ex. edgenod E1 är ansluten till regional huvudnod C1, är den också ansluten till tvillingnoderna C1, C2.

3.2.3.1. Allmänna nivån

Den allmänna nivån är den tredje nivån i corenätet, och ansluter samtliga accessnoder till edgenoderna. För varje accessnod (benämnd ”UTO” i tabellen) anges i tabellen den edgenod (benämnd ”Mother”) till vilken accessnoden är ansluten. Mellanliggande noder benämnda ”Sing” finns också angivna för vissa accessnoder. Enligt ”kortaste väg”-algoritmen kommer framföringsvägen från accessnod till edgenod att i förekommande fall passera den mellanliggande noden för att i ett tidigt skede aggregera länkarna och uppnå skalfördelar i corenätet.

Tabell 5 - Allmänna nivån (accessnod till edgenod)

Uto	Rno	Sing	Mother
A	589	A	LDG
A KC03	589	A	LDG
A KC04	589	A	LDG
A KC06	589	A	LDG
A KC07	589	A	LDG
A KC08	589	A	LDG
A KC09	589	A	LDG
AA	930	AA	UM3
AB	980	AB	GLE
AB KC51	980	AB	GLE

Källa: Telia Company

Faktiska länkar som ansluter någon av de siter som inte ingår bland de 6 424 siterna i underlaget till modellen har uteslutits från beräkningen. Där det enligt listan inte finns någon länk till någon av de 6 424 siter som ingår i beräkningsunderlaget, har en sådan skapats till närmaste edgenod.

3.2.3.2. Metro-nivån

Metronivån är en parallell nivå i corenätet, som genom redundanta länkar mellan accessnoder, och mellan accessnoder och edgenoder, bidrar till ökad robusthet i corenätet. En lista över två-stegslänkar ingår i underlaget:

I kalkylbladet för Metro-nivån [Common redundancy Metro] redovisas de geografiska positionerna för siterna. För vissa siter saknas dock positionsangivelse. Metronivån har inte justerats, alla länkar som redovisas i filen ”Network Structure3.xlsx” har beaktats i modellen. De länkar som saknas, positionsangivelse saknas till mindre än sex procent av siterna, har exkluderats ur modelleringen, eftersom de inte är nödvändiga för att ansluta siten till corenätet, utan bara tillför redundans. I likhet med vad som tillämpas på allmänna nivån har Metro-länkar som ansluter någon av de siter som inte ingår bland de 6 424 siterna i underlaget till modellen uteslutits från beräkningen.

3.2.3.3. Corenätets anslutningar

Filen ”Network Structure” innehåller en lista över länkar från varje nätnivå till den högre nätnivån (förutom till IP-nivån som modellerats enligt ”scorched earth”-ansatsen). Varje accessnod är ansluten till en edgenod, antingen direkt eller via en mellanliggande ”Sing”-nod. I vissa fall är en accessnods ”Mother”-nod inte en edgenod, utan en annan accessnod som i sin tur är ansluten till en edgenod.

Alla edgenoder är anslutna till IP-nivån.

Alla regionala huvudnoder är anslutna till varandra, via två parallella nät.

Till följd av denna hierarkiska nätstruktur kan alla accessnoder anslutas till IP-nivån.

3.3 Accessnätsområden och ”kortaste väg”-algoritmen

Accessnätet består av två delar:

- distributionsnätet som sträcker sig mellan siten (accessnod) och fiberoptisk spridningspunkt, FOS
- ”sista biten” som sträcker sig från FOS till användar-/fastighetsnod.

Modelleringen av sista biten kräver inte att en framföringsväg beräknas, eftersom varje byggnad är ansluten till en fiberoptisk spridningspunkt (FOS) belägen på samma segment, eller i slutet på föregående segment. Det krävs därför endast en uppsättning framföringsvägar för att ansluta samtliga byggnader, dvs. för att ansluta alla FOS till siten.

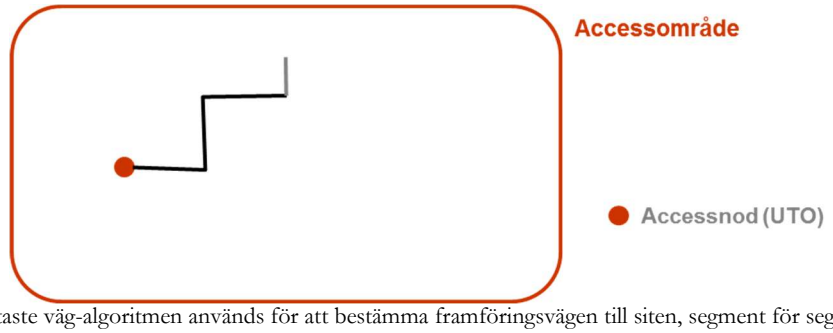
För varje site har kortaste framföringsväg från alla segment inom det optimerade täckningsområdet beräknats. Varje framföringsväg från ett bestämt segment till siten följer vägnätet och beräknas med ”kortaste väg”-algoritmen.

Siternas täckningsområden har bestämts genom att använda modifierade Voronoi-celler:

- Gränsen för varje cell är beräknad så att avståndet mellan varje punkt inne i cellen och dess mittpunkt är kortare än avståndet till mittpunkten i andra celler.
- Avståndet beräknas via vägnätet, och inte via fågelvägen.

Alla byggnader som är belägna inom samma täckningsområde är därför anslutna till samma site. Steg två är att beräkna distributionsnätet, dvs. den framföringsväg som förbinder varje enskild byggnad med siten.

Figur 19 - Distribution



Kortaste väg-algoritmen används för att bestämma framföringsvägen till siten, segment för segment.

Källa: TERA Consultants

Beräkningsresultaten från kortaste väg-algoritmen består av två datatabeller:

- framföringsvägarnas egenskaper
  - startsegment (vid siten) och ändsegment (där FOS kommer att placeras)
  - framföringsvägens längd (uttryckt i antal vägsegment)
  - Sitens id-beteckning

Tabell 6 - Resultat av kortaste väg-algoritmen: framföringsvägar

SOURCE UTO BUILDING PATHS				
ID_PATH_UTO_BUILDING	ID_UTO	NB_OF_SECTIONS	UTO_SECTION_ID	BUILDING_SECTION_ID
7	3474	33	2835794	7
12	3474	39	2835794	12
13	3474	12	2835794	13

Källa: EMTEL, TERA Consultants

- Den detaljerade framföringsvägen, dvs. för varje framföringsväg redovisas de segment som passeras från startsegment till ändsegment.
  - T.ex. är framföringsväg #13 vilken leder till segment 13 och startar i segment 2835794, 12 segment lång.
  - Den detaljerade beskrivningen för denna framföringsväg inkluderar därför 12 delposter, vilket framgår nedan.

Tabell 7 - Resultat av kortaste väg-algoritmen, framföringsväg i detalj

SOURCE DETAILED UTO BUILD PATHS		
ID_PATH_UTO_BUILDING	SECTION_NUMBER	ID_SECTION
13	1	2835794
13	2	2870510
13	3	3656074

13	4	3656075
13	5	3656076
13	6	3656077
13	7	3656078
13	8	3656079
13	9	4952175
13	10	3416988
13	11	5498653
13	12	13

Källa: EMTEL, TERA Consultants

3.4 Modellering av corenätet

3.4.1 Inter-nod länkar

Med inter-nodlänkar avses de fiberkablar som fysiskt förbinder noder med varandra. Som beskrivits i avsnitt 3.2.3 finns det inter-nodlänkar på olika nivåer i corenätet:

- den allmänna nivån,
- Metro-nivån,
- Edge-nivån,
- IP-nivån, som består av tre lager (de parallella röda och blå lagren, samt länkarna mellan de röda och blå lagren)

För varje länk har startpunkt och ändpunkt bestämts. ”Kortaste väg”-algoritmen tillämpas sedan för att bestämma länkens framföringsväg via vägnätet. På samma sätt som för accessnätet presenteras sedan beräkningsresultatet för varje länk i två tabeller. För varje länk framgår vilka noder som utgör start- respektive ändpunkt, dessas geografiska position, samt framföringsvägens längd uttryckt i meter respektive antal segment. Det framgår också vilken corenätsnivå länken utgör del av (allmän, edge, metro, IP, IP blå och IP röd). Om länken passerar ett virtuellt undervattenssegment markeras detta med ”virtual”.

Tabell 8 - Resultat av kortaste väg-algoritmen för framföringsvägar i corenätet

SOURCE CORE PATHS									
id	**Link**	**Length_ Section**	**Length_Meters**	**start**	**start_section**	**End**	**end_section**	**Occ**	**virtual**
1	Common	14	1039,21823	A	2843683	A KC03	2843684	1	0
2	Common	19	1775,604393	A	2843683	A KC04	2843685	1	0
3	Common	29	3869,53189	A	2843683	A KC06	2843686	1	0

Källa: EMTEL, TERA Consultants

I den detaljerade tabellen redovisas för varje länk samtliga segment som används för framföringsvägen. T.ex. är framföringsväg #1 från nod A till nod A KC03 14 segment lång, och redovisas i 14 numrerade poster. Den första (med nummer 1) är det segment där nod A är belägen, den sista (med nummer 14) är det segment där nod A KC03 är belägen.

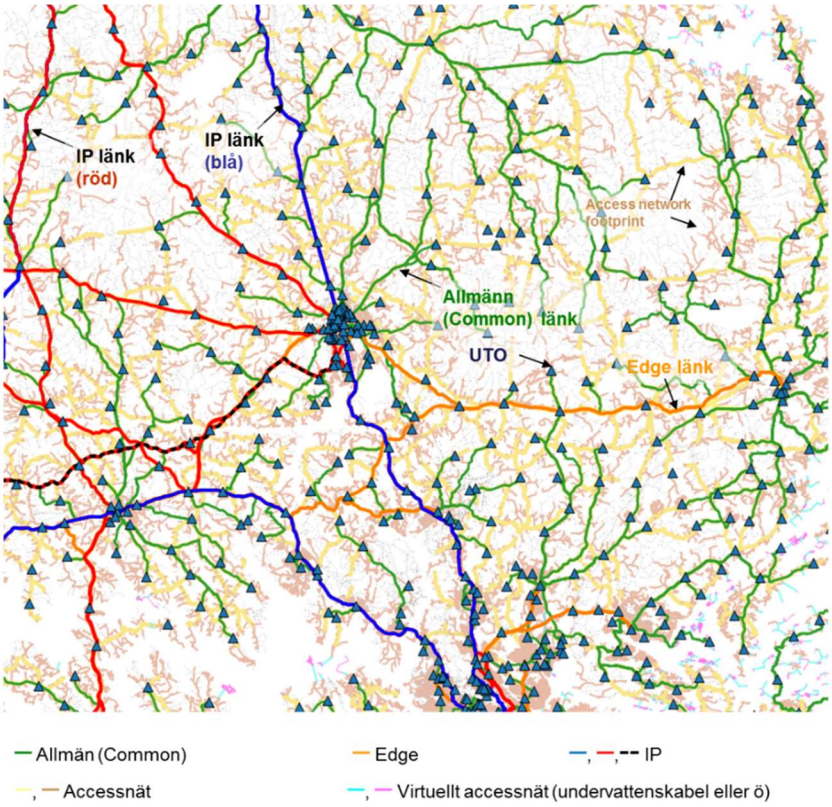
Tabell 9 - Resultat av kortaste väg-algoritmen för detaljerade framföringsvägar i corenätet

SOURCE DETAILED CORE PATHS		
id	**Section_id**	**rank**
1	2843683	1
1	2828967	2
1	2130498	3
1	2623597	4
1	398744	5
1	505544	6
1	281889	7
1	533988	8
1	450751	9
1	462461	10
1	309702	11
1	272882	12
1	2836749	13
1	2843684	14

Källa: EMTEL, TERA Consultants

När väl samtliga framföringsvägar i corenätet har beräknats kan en karta över corenätet skapas genom att aggregera dem.

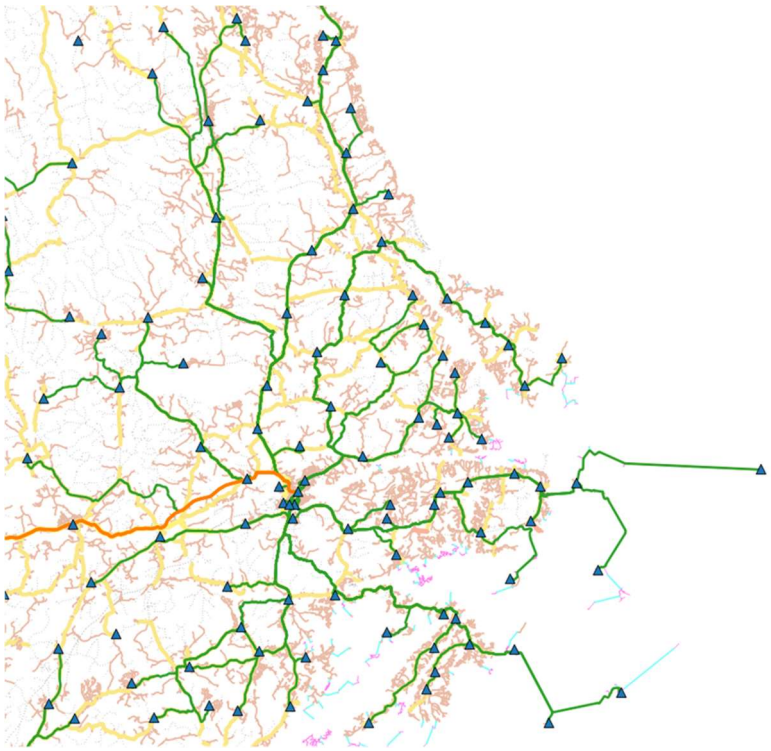
Figur 20 - Karta över corenätet



Länkar på metronivån är också inkluderade i kartan, men döljs av länkar på edgenivån och den allmänna nivån.

Källa: EMTEL, TERA Consultants

Figur 21 - Karta över corenätet, förstoring av edge- och den allmänna nivån



Källa: EMTEL, TERA Consultants

3.4.2 Sammanslagning av länkar

På varje nivå slås alla länkar som passerar genom samma segment samman i en gemensam kabel. Upp till 14 länkar sammanförs i en gemensam 24-fibers kabel. Om det är 15 eller flera länkar sammanförs de i två 24-fibers kablar. Detta sker på varje nätnivå oberoende av övriga nivåer. När en länk på den allmänna nivån delar segment med en länk på Metronivån sker därför ingen sammanslagning. På IP-nivån behandlas de parallella röda och blå lagren, samt länkarna mellan de röda och blå lagren, som separata nivåer, och sammanslås därför inte. De är därför helt redundanta.

3.4.3 Mikrovågslänkar och länkar med sjökabel

När en länk på den allmänna nivån eller edgenivån passerar ett virtuellt segment markeras detta som ”virtual”. Om länken är kortare än 30 km anläggs den med mikrovågslänk från start- till ändpunkt.

4 Efterfrågan i access- och corenätet

Detta kapitel redovisar de datakällor och antaganden som ligger till grund för den efterfrågan som används i beräkningarna och som är indata i *Accessmodellen* och som sedan flödar in i *Coremodellen*.

4.1 Utgångspunkt för kostnadsberäkning

Kalkylmodellen för det fasta nätet är utvecklad för att kunna beräkna kostnaderna för olika scenarion, med möjlighet att ändra geografisk utbredning och nivå på efterfrågan som relaterar till olika typer av SMP-operatörer. De scenarion som används för att ta fram kostnadsresultat som kan ligga till grund för prisreglering fastställs med utgångspunkt i PTS beslut avseende skyldigheter för olika tillträdesprodukter.

Även om den data som ingår i kalkylmodellen gör det möjligt att utgå från olika nivåer av geografisk utbredning och olika storlek på operatör är denna version av modellen i första hand avsedd för nuvarande skyldighetsbeslut gällande prisreglering av lokalt fysiskt tillträde till kopparbaserad infrastruktur. Vidare är kalkylmodellen utformad för att beräkna kostnadsresultat för fast samtalsterminering.

Om modellen skulle användas för ett annat skyldighetsbeslut, som avser en annan prisreglering eller en annan SMP-operatör, kan det vara nödvändigt att utgå från en annan profil på den hypotetiska operatören, allt beroende på de mål som regleringen eller skyldighetsbeslutet syftar till att uppnå. Till exempel skulle man kunna överväga att justera access- och corenät om prisreglering skulle införas på en tjänst eller produkt som utnyttjar både access- och corenät, som t.ex. bitström eller högkvalitativt tillträde. Om prisreglering skulle införas på en tjänst som är endast är tillgänglig inom ett begränsat geografiskt område är det möjligt att förändra den geografiska utbredningen.

Den hypotetiska effektiva operatör som modelleras är vertikalt integrerad och är verksam i hela landet:

- Accessnätet byggs ut i hela landet med en reducerad täckning som efterliknar en marknadsdriven utbyggnad. I tätorter finns konkurrens från andra nätplattformar, men i mindre tätorter och utanför tätort saknas i allmänhet infrastrukturkonkurrens där nätet byggs ut.
- Corenätet baseras på SMP-operatörens accessnoder, och använder i förekommande fall grossistprodukter från andra operatörer och stadsnät för att ansluta byggnader som inte anslutits med det egna accessnätet. Den aktiva efterfrågan motsvarar SMP-operatörens.

Tabellen nedan sammanfattar de viktigaste antagandena om efterfrågan som används i *Accessmodellen*:

Tabell 10 Antaganden om efterfrågan relaterat till lokalt fysiskt tillträde till koppar- och fiberbaserad nätinfrastruktur

Funktion	Scenario	Kommentar
Geografisk utbredning	Reducerad geografisk utbredning återspeglar en marknadsdriven utbyggnad	Se Modellreferensdokument (MRD), avsnitt Geografisk utbredning av det modellerade nätet (3.4)"
Storlek	SMP-operatör	För den tillämpade geografiska nätutbredningen har en kalibrering gjorts på marknadsandelen för infrastruktur i accessnätet, dvs. all efterfrågan, både i slutkund- och grossistledet som använder accessnätet, så att den hypotetiska operatören har en omfattning på den aktiva efterfrågan som återspeglar SMP-operatörens volymer. Eftersom SMP-operatören är föremål för prisreglering säkerställer detta att en rimlig nivå på skalfördelar tas i beaktande. Efterfrågan i accessnätet ska överensstämma med efterfrågan i corenätet.

Tabellen nedan sammanfattar de viktigaste antagandena angående efterfrågan som används i *Coremodellen*:

Tabell 11 Antaganden om corenätets efterfrågan i relation till kostnadsberäkning av fast terminering (FTR)

Funktion	Scenario	Kommentar
Geografisk utbredning	100% (corenätet)	Fast terminering används och tillhandahålls över hela landet.
Storlek	SMP-operatör	På den tillämpade geografiska nätutbredningen har en kalibrering gjorts på marknadsandelen för infrastruktur i accessnätet, dvs. all efterfrågan, både i slutkunds- och grossistledet som använder sig av accessnätet så att den hypotetiska operatören har en aktiv efterfrågan i corenätet som återspeglar SMP-operatörens volymer. Eftersom SMP-operatören är föremål för prisreglering säkerställer detta att en rimlig nivå på skalfördelar tas i beaktande Efterfrågan i accessnätet ska överensstämma med efterfrågan i corenätet.
Utbud av tjänster	Svenska marknaden	Tillhandahållandet av de olika tjänsterna som tal, bredband, TV, högkvalitativit tillträde (hyrda förbindelser) är baserat på data för den svenska marknaden och inte för någon specifik operatör. Kundbasen för den hypotetiska operatören är baserad på den svenska slutkundsmarknaden multiplicerad med en marknadsandel för corenätet. Produktutbudet är inte direkt jämförbart med SMP-operatörens.
Profil för bredbandskunderna	Fiber	Den kapacitet (throughput) per användare som används för att dimensionera nätet är baserat på uppgifter för den svenska marknaden gällande fiberkunder (i motsats till ett

		genomsnitt baserat på en blandning av accesstekniker som fiber, koppar och kabel som för närvarande finns tillgängligt på marknaden). Det återspeglar att en operatör som skulle bygga ett nytt nät idag bara skulle ha fiberkunder.

4.2 Referensdokument och filer

Två typer av data har använts:

- marknadsdata som PTS publicerar (Svensk Telekommarknad), och
- efterfrågedata från SMP-operatören.

Följande dokument och filer har använts som underlag i modelleringen:

Tabell 12 - Referensfiler för Efterfrågemodellen

Dokument och filer	Innehåll	Användning
Bestånd 2016-07-01 (Telia Company)	Antal aktiva grossistkunder hos SMP-operatören	Kalibrera antalet LLU-linjer
Svensk telekommarknad (PTS)	Sammanställning av PTS marknads-statistik	Fastställa den hypotetiska operatörens aktiva efterfrågan
Aktiva och passiva för varje stationsområde (Telia Company)	SMP-operatörens aktiva kopparlinjer	Fastställa antalet aktiva kopparlinjer på nationell nivå
Aggregated number of customers per service (Telia Company)	SMP-operatörens kundbas och trafik för olika tjänster (bredband, VoIP, IPTV)	Kalibrera antalet aktiva anslutningar samt trafiken per anslutning i det modellerade nätet
Sitemaster (Telia Company)	SMP-operatörens aktiva efterfrågan per site och per tjänst	Härleda en fördelning av hyrda förbindelser mellan nätets accessnoder. Total efterfrågan används inte.
PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2016 Data sparas i flikarna benämnda [Coverage %]	Täckningsgrader (hushåll och arbetsställen) per kommun för olika bredbandsaccess-	Fördelning av efterfrågan på accessnoderna (via en fördelningsnyckel) i det hypotetiska nätet

Dokument och filer	Innehåll	Användning
(ljusgröna) och summeras i beräkningen i fliken [Mapping coverage].	tekniker (xDSL, kabel, fiber)	

4.3 Accessnätets efterfrågan

Accessnätets efterfrågan redovisas i fliken [Access subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

4.3.1 Fastställa efterfrågan 2016

Efterfrågan i accessnätet härleds i fyra steg:

- Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på nationell nivå – 100 procent geografisk nätutbredning (footprint)
- Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på accessnodsnivå – 100 procent nätutbredning
- Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på accessnodsnivå – reducerad nätutbredning
- Beräkning av antalet aktiva linjer för den hypotetiska effektiva operatören (HEO) på accessnodsnivå - reducerad nätutbredning

4.3.1.1. Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på nationell nivå – 100 procent geografisk utbredning

Enligt princip 18 i modellreferensdokumentet beräknas den totala aktiva efterfrågan som summan av alla fasta accesstekniker (koppar, kabel, fiber) och för alla nätägare (inte bara SMP-operatörens).

Totala antalet aktiva linjer är summan av:

- estimat av SMP-operatörens aktiva kopparlinjer,
- antalet aktiva bredbandsabonnemang (fiber eller fiber-LAN), nationellt och omfattande alla operatörer,
- antalet aktiva bredbandsabonnemang (kabel-tv), nationellt och omfattande alla operatörer.

Det underliggande antagandet är att antalet aktiva bredbandsabonnemang återspeglar antalet aktiva linjer för fiber- och kabel-tv-näten, dvs. att det knappast finns slutkunder som har tillgång till dessa tekniker men som endast köper andra tjänster än internetaccess. Vad gäller kopparlinjer antas dock en viss delmängd av den aktiva efterfrågan motsvaras av ett antal kunder som endast köper telefonitjänster.

Beräkningarna redovisas i sektion 1 av kalkylbladet [Access subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

4.3.1.2. Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på accessnodsnivå – 100 procent geografisknätutbredning

Det totala antalet aktiva linjer på nationell nivå, fördelas sedan på HEO-nätets accessnoder.

Syftet med detta steg är att i så stor utsträckning som möjligt återspegla antalet aktiva linjer per site (accessnod) på den svenska marknaden.

Fördelningsnyckeln för detta är, för varje nod och varje accessteknik, produkten av (a) summan av bostäder/arbetsställen i nodens täckningsområde, och (b) täckningsgraden för respektive accessteknik i nodens kommun.

Dessa beräkningar utförs i fliken [Per site - 100% footprint] i *Efterfrågemodellen*.

Indata för beräkning av fördelningen av de olika accessteknikerna beräknas i fliken [Mapping coverage] i *Efterfrågemodellen*.

Ett antal justeringar[9] utförs sedan för att säkerställa att antalet aktiva linjer för varje accessteknik (koppar, kabel, fiber) ligger i linje med data för den nationella marknaden.

4.3.1.3. Beräkning av antalet aktiva linjer (alla accesstekniker) på accessnodsnivå – reducerad nätutbredning (footprint)

Enligt princip 9 i modellreferensdokumentet ska det hypotetiska effektiva nätet vara nationellt. Nätets utbredning beräknas i tre steg:

Steg 1:
Bygger ett nät till *alla* relevanta byggnader i landet (100 procent geografisk nätutbredning), dvs. bostadshus, företagslokaler, industribyggnader, offentliga byggnader och fritidshus.

Steg 2:
Baserat på utfallet av steg 1 exkluderas de 15 procent av linjerna (lines passed) som är mest kostsamma att ansluta till nätet (dessa byggnader ansluts sedan inte till nätet). Detta ger modellens reducerade geografiska utbredning som kostnadsberäkningen baseras på.

[9] 1) Antal linjer som etableras (lines passed) multipliceras med täckning % för motsvarande område (kolumn L av flik [Per site - 100% footprint]) för att få en uppskattnig av antalet aktiva linjer.
2) Detta estimat anpassas sedan till varje site för att överenstämma med antalet aktiva linjer för hela landet (cell N3). Denna justering utförs i kolumnerna M till P av [Per site - 100% footprint] flik
3) I kolumnerna Q till AF fördelas de aktiva linjer mellan accessteknikerna (koppar, fiber, kabel) med hjälp av plattformarna för varje accessteknik och en korrigeringsfaktor för att beräkna penetrationen av varje faktor för att bygga en fördelningsnyckel.

De byggnader som exkluderas identifieras genom att rangordna varje segment enligt följande beräkning som används för att uppskatta den inkrementella kostnaden för varje segment fram till accessnod.

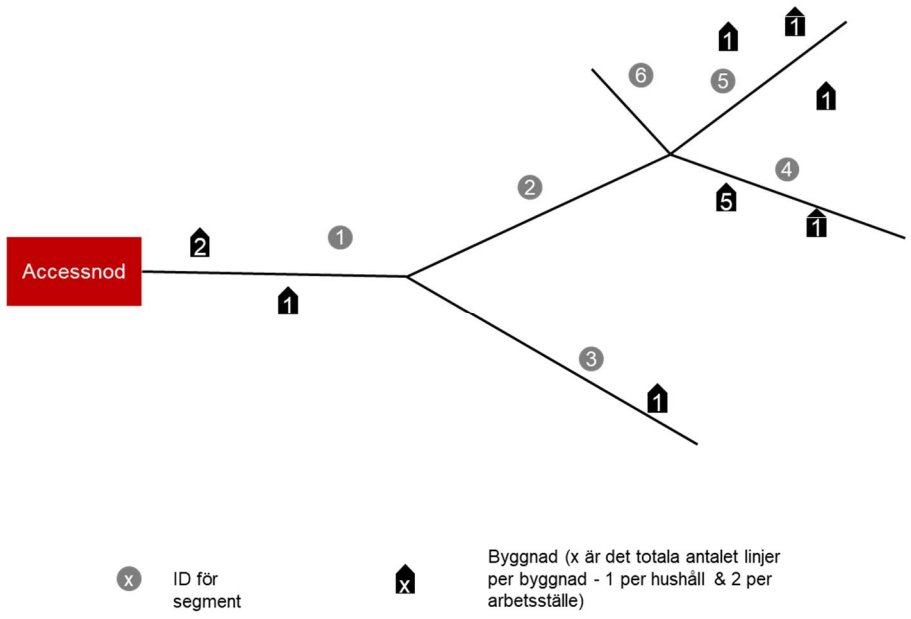
$$\sum_{i=1}^{n} \frac{Längd\ på\ segment_i}{Antal\ lokala\ linjer_i + Linjer\ på\ distributionsnivån\ \ som\ använder\ segmentet_i}$$

För n upplänk segment

Detta kan illustreras av ett schematiskt exempel där täckningen för en accessnod får ett värde för segment 2 vilket fastställs genom följande beräkning:

$$Värde\ segment\ 2 = \frac{L1}{2+1+1+5+1+1+1+1} + \frac{L2}{1+5+1+1+1+1}$$

Figur 22 - Schematiskt exempel på täckning av en accessnod



Källa: TERA Consultants

Förutom de värden som fastställs på segmentsnivån tillförs en nodrelaterad komponent för att ta hänsyn till storleken på accessnod och ifall den specifika noden är tillräckligt stor i termer av antalet passiva linjer för att kunna vara motiverad att användas i nätet.

Denna komponent beräknas i MS Access-förfrågan "SELECT SCORE UTO" för varje accessnod enligt följande formel:

$$\text{Värde} = \frac{\text{"Cost of an access node"}\ in\ m}{Det\ totala\ antalet\ linjer\ i\ accessnoden}$$

Beräkningen av "cost of an access node" i meter beräknas som ett förhållande (ratio) mellan en skattad årskostnad för en accessnod (~250 000 kr) och den viktade genomsnittliga årskostnaden för en meter anlagd schakt (trench) (~25 kr).

Ett värde per byggnad som är en skattning för kostnaden per linje som passerar byggnaden beräknas sedan genom att lägga till värdet på segmentsnivå och accessnodsnivå. Byggnader i ett segment har då samma värde. Värdet är likställt med en längd uttryckt i meter (m) och representerar en uppskattning av en kostnad per "line passed", och är i en bredare mening likvärdig med den genomsnittliga längden av hela nätet som skulle allokeras till en specifik linje vilket ger underlaget för att beräkna den kostnad som slutligen bärs av den linjen. Dess värde uttrycks i meter av nätet.

De 15 procent dyraste linjerna (lines passed) exkluderas baserat på värdet per byggnad. Reduceringen av den geografiska nätutbredningen baseras alltså inte på byggnadsnivå utan på antalet linjer, (en (1) per bostadslägenhet och två (2) per arbetsställe). Detta leder till en reduktion av antalet linjer till enfamiljshus (SDU) med ca 35 procent[10], flerfamiljshus (MDU) med ca 3 procent[11] och arbetsställen med ca 10 procent[12].

Sammantaget ger reduceringen av den geografiska nätutbredningen från 100 procent till 85 procent en reduktion av antalet byggnader med ca 31 procent. Resultaten redovisas i tabell 13 nedan och kan återskapas genom konstruerade frågor i MS Access-modellerna för accessnätet.[13]

[10] (85% = 1 455 520 SDU-linjer jämfört med 100% = 2 225 443 SDU-linjer)
[11] (85% = 3 288 777 MDU-linjer jämfört med 100% = 3 387 688 MDU-linjer)
[12] (85% = 431 557 arbetsplats-linjer jämfört med 100% = 488 041 arbetsplats-linjer)
[13] Frågorna: "STAT BUILDING PER TYPE FULL NETWORK", "STAT BUILDING PER TYPE RESTRICTED FOOTPRINT"

Tabell 13 - Antal byggnader beroende på nätutbredning

Byggnadstyp	# byggnader*	# byggnader vid 100% nätutbredning ** (steg 1)	# antal byggnader vid 85% nätutbredning (steg 2)	# antal byggnader efter reducering på accessnodsnivå (steg 3)***	Förändring i % mot 100% nätutbredning
Ekonomibyggnad (lantbruk etc.)	437	-	-		-
Verksamhet (kommersiella etc.)	29 008	27 868 (1,1%)	25 031 (1,4%)	24 537	-15%
Industri	27 628	26 631 (1,0%)	21 183 (1,2%)	20 655	-25%
Övrig byggnad	1 339	-	-		-
Samhällsfunktion	27 546	27 037 (1,0%)	22 416 (1,2%)	21 691	-21%
Bostad (MDU+SDU)	2 070 348	2 063 103 (78,1%)	1 570 656 (86,1%)	1 495 119	-28%
Fritidshus	495 863	495 863 (18,8%)	184 175 (10,1%)	119 316	-78%
Totalt	**2 652 169**	**2 640 502 (100%)**	**1 823 461 (100%)**	**1 681 318**	**-37%**

* Samtliga byggnader som innehåller en bostadslägenhet eller ett arbetsställe
** Där ekonomibyggnader och övriga byggnader exkluderats, samt byggnader utan hushåll
*** MS Access Model, queries "STAT BUILDING PER TYPE FULL NETWORK", "STAT BUILDING PER TYPE RESTRICTED FOOTPRINT"

Källa: *Geoaccessmodell* (MS Access)

Därutöver justeras även den aktiva efterfrågan för att ta hänsyn till reducerad geografisk nätutbredning. Först uppskattas fördelningen av aktiva linjer vid 100 procent nätutbyggnad i kalkylbladet [Per Site – 100% Footprint] i *Efterfrågemodellen* för respektive byggnadstyper (bostadslägenheter, fritidshus och arbetsställen) baserat på en uppskattad penetrationsgrad för varje byggnadstyp.[14] Därefter används penetrationen per accessnod för respektive byggnadstyp för att beräkna återstående aktiv efterfrågan vid reducerad nätutbredning i kalkylbladet [Per site – Restricted Footprint]. Resultatet sammanfattas i sektion 2 av kalkylbladet [Access subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

Steg 3: I *Geoaccessmodellen* (MS Access) görs två ytterligare justeringar.

- Ett gränsvärde för minsta antalet aktiva linjer på en accessnod (site) tillämpas. Siter som bedöms få för få aktiva linjer (beräknat baserat på HEOs genomsnittliga penetration i *Efterfrågemodellen* multiplicerat med antalet linjer

[14] Uppskattningen av penetrationsgraderna görs i kalkylbladet [Per Site – 100% Footprint] i *Efterfrågemodellen* (kolumn AH och framåt). Dessa kalibreras för att maximera korrelationsfaktorn mellan antalet aktiva linjer baserat på täckningen för respektive accessteknologi och antalet aktiva linjer baserat på penetrationsgraden för respektive byggnadstyp.

per site) ger inte tillräckliga ekonomiska skalfördelar och blir därmed olönsamma att anlägga för en hypotetisk effektiv operatör. Ett gränsvärde på 50 aktiva linjer per accessnod (site) tillämpas, vilket leder till en ytterligare reduktion av antalet linjer (lines passed) och antalet siter som anläggs.

- Ett ytterligare gränsvärde tillämpas baserat på medelvärdet per site som möjliggör att utesluta siter som i och för sig har ett tillräckligt antal linjer som inte hör till de 15 procent dyraste, men som genom sitt stora antal leder till en alltför hög kostnad per linje för siten i sin helhet. En marknadsdriven operatör skulle sannolikt undvika att bygga ut under sådana förhållanden.

Det totala antalet accessnoder (siter) som anläggs varierar avsevärt beroende på den geografiska nätutbredningen av följande skäl (se avsnitt 11.2 för ytterligare detaljer).

Det totala antalet siter i ursprungsläget är **6424**, beskrivet i 3.2.2

22 siter exkluderas därefter som ett resultat av metoden för fördelning av aktiv efterfrågan beskrivet i 4.3.1.2, (denna reducering leder till att 22 siter inte har några anslutna byggnader) vilket ger antalet **6402** siter vid 100 procent nätutbyggnad. **(Steg 1)**

Som en följd av reduceringen av den geografiska utbredningen till 85 procent av antalet linjer (lines passed), beskrivet i 4.3.1.3 minskar antalet siter (med aktiva linjer) till **4938**. **(Steg 2)**

Sedan tillämpas ett gränsvärde på minst 50 aktiva linjer per site, också beskrivet i 4.3.1.3, vilket reducerar antalet siter till **3451.** Slutligen appliceras en reducering baserat på det maximala genomsnittliga värdet 30 meter, vilket innebär att **3122** siter anläggs. **(Steg 3)**

4.3.1.4. Beräkning av antalet aktiva linjer (på nationell nivå) för den hypotetiska effektiva operatören – begränsad geografisk utbredning fördelad per nod

Enligt princip 19 (MRD) antar modellen en HEO-marknadsandel på 100 procent i mindre tätort och utanför tätort och en marknadsandel på ca 60 procent inom tätort där det antas föreligga viss infrastrukturkonkurrens.

Den aktiva efterfrågan för den modellerade operatören för en given nätutbredning blir således produkten av (a) antalet aktiva linjer och (b) operatörens infrastrukturmarknadsandel[15] (100 procent för byggnader i mindre tätort och utanför tätort, och 60 procent för byggnader inom tätort). Beräkningen görs separat för varje

[15] Marknadsandelen för infrastruktur omfattar all efterfrågan som utnyttjar accessnätet vilket inkluderar både slut- och grossistkunder.

site och redovisas i fliken [Per site – Restricted Footprint] i *Efterfrågemodellen*. Resultaten sammanfattas i sektion 4 av fliken [Access subscribers] i *Efterfrågemodellen*. HEO-nätets nationella sammanvägda marknadsandel för den reducerade geografiska nätutbredningen hamnar på 70 procent.

Avslutningsvis görs en avstämning off-line för att säkerställa att den modellerade HEO-efterfrågan på nationell nivå liknar SMP-operatörens.[16]

4.3.2 Prognoser för efterfrågan

4.3.2.1. Efterfrågeprognoser passiv efterfrågan (antalet linjer)

Det totala antalet linjer i accessnätet antas vara konstant från 2016 och framåt.

4.3.2.2. Aktiv efterfrågan (antalet aktiva linjer)

Enligt princip 20 i modellreferensdokumentet antar modellen att HEO-nätet uppnår sin uppskattade marknadsandel omedelbart. Den totala efterfrågan (absolut sett) förväntas utvecklas i överensstämmelse med antalet aktiva linjer i *Coremodellen* (se 4.4).

4.3.3 Uppdatering 2020 av volymer i accessnätet

Den totala passiva efterfrågan har inte uppdaterats eftersom nätutbredningen antas vara oförändrad i modellen.

Den aktiva efterfrågan har uppdaterats för att bättre återspegla den aktuella marknadssituationen. Efterfrågan för slutkundstjänster har uppdaterats för åren 2017-2019 baserat på statistik från Svensk telekommarknad. Efterfrågan för grossisttjänster har uppdaterats baserat på tillgänglig marknadsdata för åren 2013-2019.

Volymer och volymprognoser för LLUB via koppar respektive via fiber har uppdaterats baserat på marknadsutvecklingen fram till 2020. Den uppdaterade prognosen för LLUB via koppar, baserad på uppdaterade historiska volymer som bättre återspeglar volymutvecklingen, medför en avtagande efterfrågan i prognosen från år 2020 och framåt. Även prognosen för LLUB via fiber har uppdaterats baserat på uppdaterade historiska volymer som bättre återspeglar volymutvecklingen, vilket medför en avtagande ökning av efterfrågan i prognosen från år 2020 och framåt.

[16] Sektion 4 av fliken [Core subscribers]

4.4 Efterfrågan i corenätet

4.4.1 Aktiva linjer i corenätet

Efterfrågan i corenätet ska återspegla en nationell hypotetisk effektiv operatör (HEO). Den beräknas utifrån den nationella efterfrågan i Sverige (som redovisas på PTS statistikportal) och antaganden om marknadsandelar. Beräkningarna genomförs i fliken [Core subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

4.4.1.1. Överensstämmelse med efterfrågan i accessnätet

Marknadsandelarna i corenätet kalibreras för att justera den aktiva HEO-efterfrågan med den som beräknats i accessnätet. Antalet linjer i corenätet (100 procent geografisk nätutbredning) justeras med HEO-efterfrågan i accessnätet samt antalet linjer dedikerade till grossisttillträde i accessnätet, som t.ex. LLUB. För att ta hänsyn till tjänster som kräver mer än en linje, som t.ex. företagsprodukter, eller del av en linje, som t.ex. delade linjer, viktas antalet linjer per tjänst med routingfaktorer som återspeglar respektive tjänsts utnyttjandegrad i accessnätet.

Figur 23 - Viktning av antalet linjer

	Routing
RETAIL SERVICES	
Access Lines	
ACC.POTS - Naked	1,00
ACC.ISDN2	1,00
ACC.ISDN30	1,00
ACC.POTS - Shared	0,67
ACC.Voice Wireless	-
Broadband	
BB.Broadband - Naked	1,00
BB.Broadband - Shared	0,33
BB. Fibre	1,00
BB. Cable	1,00
Leased Lines / Data	
LL.2-wire retail	1,00
LL.4-wire retail	2,00
LL.spare	-

Källa: *Efterfrågemodellen, flik [Access subscribers]*

Marknadsandelarna (per tjänst) beräknas automatiskt via ett makro i fliken [Market shares parameters] i *Efterfrågemodellen*, som aktiveras genom att klicka på den röda knappen.

Figur 24 - Beräkning av marknadsandelar för tjänster

Core network market share		
Voice	63,98%	of the total market
Broadband	63,98%	of the total market
TV	100,00%	of the Telia tarffic
Leased Lines	63,98%	of the total market

Update the core market share to align core and access demands (macro)

Active lines 2019 (weighted by routing factors)	
HEO Core + LLU	3 579 444
HEO Access - 100% footprint	3 579 444

Delta
-

Källa: *Efterfrågemodellen*, flik [Market shares parameters]

4.4.1.2. Telefoni

Antalet telefonikunder 2013-2016 (POTS, ISDN, WLR, VoIP) hämtas från PTS marknadsstatistik[17]. För åren 2017 och framåt görs en prognos baserat på det geometriska medelvärdet av tillväxtfaktorerna 2013-2016 för PSTN respektive det totala antalet telefonikunder. Från år 2020 och framåt antas volymerna vara konstanta. Antalet VoIP-kunder beräknas som skillnaden mellan det totala antalet telefonikunder och antalet PSTN-kunder.

Kundbasen för den hypotetiska effektiva operatören (HEO) beräknas genom att multiplicera det totala antalet abonnenter med HEO-marknadsandelen, vilken antas vara konstant över tid. Beräkningarna genomförs i sektion 1 i fliken [Core subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

Figur 25 - Telefonikunder för modellens HEO

Services		Routing	Hybrid 2013	A 2013	A 2014	A 2015	A 2016	A 2017	A 2018	A 2019
PSTN										
POTS - Naked	lines	1,00	1 040 641	559 457	451 126	385 681	343 121	274 866	225 919	168 699
ISDN2	lines	1,00	33 286	47 794	19 113	11 969	9 600	6 812	5 349	4 544
ISDN30	lines	1,00	6 423	9 222	3 688	2 310	1 852	1 314	1 032	877
POTS - Shared	lines	0,67	638 580	343 306	276 829	236 669	210 553	168 669	138 633	103 521
Wholesale Line Rental	lines	1,00	527 322	547 097	534 711	447 138	353 204	283 346	197 744	122 946
Voice customers (pstn only)			2 246 252	1 506 876	1 285 467	1 083 767	918 331	735 008	568 678	400 587
VoIP										
VoIP customers				**882 250**	**985 130**	**1 004 910**	**922 467**	**789 961**	**663 861**	**575 128**
Total (PSTN + VoIP)		**-**	**2 710 027**	**2 389 126**	**2 270 597**	**2 088 678**	**1 840 799**	**1 524 969**	**1 232 539**	**975 715**

Källa: *Efterfrågemodellen* , fliken [Core subscribers]

4.4.1.3. Bredband och bitström

Det totala antalet bredbandsabonnemang 2013-2016 baseras på PTS marknadsstatistik[18]. Prognoserna för två av de tre olika accesstekniker na (xDSL och kabel-tv), baseras på geometriska medelvärden av tillväxten 2013-2016, medan antalet fiberabonnemang beräknas som differensen mellan den totala efterfrågan och summan av xDSL och kabel-tv. Skälet till detta är att tillväxten 2013-2016 sker under en period då fiber sprids i stor skala, vilket ger en ökningstakt som sannolikt inte är

[17] Svensk telekommarknad 2016
[18] PTS Svensk telekommarknad 2016

långsiktigt hållbar. Prognoser görs fram till 2019, därefter antas antalet kunder vara konstant.

HEO-efterfrågan beräknas genom att multiplicera totalen med HEO-marknadsandelen för bredbandstjänster som tidigare beräknats. All HEO-efterfrågan anses vara fiberbaserad i modellen. För att kunna möjliggöra en härledning av kostnadsresultat för alla icke-fiber-bredbandsprodukter sätts efterfrågan för dessa till 1.

Figur 26 - Totala antalet bredband- och bitströmkunder

		Hybrid 2013	A 2013	A 2014	A 2015	A 2016	A 2017	A 2018	A 2019
xDSL and Fibre									
xDSL - Broadband + Bitstream		963 034	**857 274**	**785 362**	**715 393**	**613 454**	**493 645**	**399 161**	**308 846**
xDSL - Broadband Residenti	0,88	850 223	*753 032*	*687 725*	*622 640*	*540 553*	*431 521*	*346 501*	*267 967*
xDSL - Broadband Business	0,88	96 266	*89 587*	*84 251*	*80 634*	*72 901*	*62 124*	*52 660*	*40 879*
xDSL - Bitstream Residentia	0,67	16 511	*14 624*	*13 355*	*12 091*	1	1	1	1
xDSL - Bitstream Business	0,67	34	*32*	*30*	*28*	1	1	1	1
Fibre - Broadband	1,00	298 751	**782 693**	**922 432**	**1 090 942**	**1 298 405**	**1 527 686**	**1 681 662**	**1 839 378**
Cable	1,00	-	*366 549*	*385 705*	*414 387*	*432 568*	*436 932*	*431 998*	*426 419*
Total broadband		1 261 785	2 006 516	2 093 499	2 220 723	2 344 427	2 458 263	2 512 821	2 574 643

Källa: *Efterfrågemodellen*, fliken [Core subscribers]

Fördelningen över och utvecklingen av olika kapaciteter härleds från PTS marknadsstatistik[19] (för FTTx). Produktmixen kalibreras för att matcha *Coremodellen* i fliken [Broadband speed distribution].

Figur 27 - Fördelning av olika kapaciteter för xDSL-bredband

	Hybrid 2013	A 2013	A 2014	A 2015	A 2016	A 2017	A 2018	A 2019
Broadband usage								
BB.Private.ADSL 250	1 531	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.ADSL 500	1	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.ADSL 2000	114 508	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.ADSL 8000	494 066	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.ADSL 24000	146 928	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.VDSL 30000	83 164	1	1	1	1	1	1	1
BB.Private.VDSL 60000	10 025	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 250	1 234	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 500	5 641	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 1000	1 440	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 2000	16 498	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 8000	43 233	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.ADSL 24000	27 869	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.VDSL 30000	1	1	1	1	1	1	1	1
BB.Business.VDSL 60000	350	1	1	1	1	1	1	1
	946 489	15	15	15	15	15	15	15
BB.FiberLan.0,20–0,25 Mbit/s	267	**17 382**	**11 831**	**8 879**	**5 119**	***2 135***	-	-
BB.FiberLan.8–10 Mbit/s	83 264	**311 721**	**275 080**	**258 297**	**210 113**	***172 784***	***139 780***	***113 557***
BB.FiberLan.50/8–100/10 Mbit/s	183 175	**355 580**	**334 200**	**307 775**	**275 244**	***250 873***	***227 180***	***209 128***
BB.FiberLan.50–100 Mbit/s	30 611	**1 039 085**	**1 156 674**	**1 249 365**	**1 378 188**	***1 490 100***	***1 557 824***	***1 622 876***
BB.FiberLan.1000 Mbit/s	1 433	**282 748**	**315 715**	**396 407**	**475 763**	***542 372***	***588 037***	***629 082***
	298 751	2 006 516	2 093 499	2 220 723	2 344 427	*2 458 263*	*2 512 821*	*2 574 643*

Källa: *Efterfrågemodellen*, fliken [Core subscribers]

[19] PTS Svensk telekommarknad 2016

Prognoser baseras på geometriskt medelvärde av tillväxttakten 2013-2016, med antagandet av en stabilnivå från 2020 och framåt och med ett tak som säkerställer att den implicita penetrationsgraden inte överstiger 100 procent. Dessa beräkningar görs i sektion 2 av fliken [Core subscribers] i *Efterfrågemodellen*.

4.4.1.4. Hyrda förbindelser

Bredband- och telefoniabonnemang är sammanfattade i sektion 3 av fliken [Core subscribers] i *Efterfrågemodellen*. Där ingår också efterfrågan på hyrda förbindelser, som för den hypotetiska effektiva operatören (HEO) beräknas som den totala efterfrågan, baserad på data från Svensk telekommarknad, multiplicerad med HEO-marknadsandelen för hyrda förbindelser. Prognoser för 2017-19 baseras på ett geometriskt medelvärde av tillväxten 2013-16 med antagande av en oförändrad "steady state"-nivå från 2020 och framåt.

4.4.2 Trafikvolymer

Antaganden om trafikvolymer görs för en nationell hypotetisk effektiv operatör (HEO). Analysen bygger på PTS marknadsstatistik om trafikvolymer i Sverige. Alla beräkningar genomförs i fliken [Core traffic] i *Efterfrågemodellen*.

4.4.2.1. Telefoni

Trafikvolymerna för telefoni mäts i (1) minuter per år och (2) antal genomförda samtal per år. Trafikvolymerna för den hypotetiska effektiva operatören (HEO) beräknas som produkten av (a) marknadens totala volymer enligt PTS marknadsstatistik, och (b) HEO-marknadsandelen för telefonitjänster. Observera att VoIP ingår i total summan och därför inte behöver redovisas separat.

De aggregerade volymerna fördelas sedan på kategorierna i *Coremodellen*. Dessa kategorier är hämtade från Hybridmodellen:

- Slutkundstjänster
  - RET.FO internal: on-net internal fixed origination
  - RET.FO external: on-net external fixed origination
  - RET.Internet dial-up (network product)
  - RET.IN services (all excl Mass call)
  - RET.0718 Telia Mass call service
  - RET.International inbound
  - RET.International out
  - RET.Directory enquiry service & operator
  - RET.Fixed to OLO Mobile: off-net fixed origination to mobile
  - RET.Fixed to OLO Fixed: off-net fixed origination to fixed
  - RET.Emergency calls
  - RET.Other calls

- Samtrafikstjänster
  - IC.Orig.Single segment: call origination
  - IC.Orig.Double segment
  - IC.Term.Single segment: call termination
  - IC.Term.Double segment
  - IC.TS.Single transit: call transit
  - IC.TS.Double transit

Data för trafikminuter per år 2013-2016 är baserade på PTS marknadsstatistik. Prognoser för 2017-2019 baseras på ett treårigt geometriskt medelvärde av tillväxten 2013-2016 med antagandet av en oförändrad "steady state"-nivå från 2020 och framåt. Antalet genomförda samtal härleds genom multiplikation av antalet minuter per år med uppgifter om genomsnittlig samtalslängd från Hybridmodellen (för samtrafik) eller från PTS marknadsstatistik för slutkundstjänster.

Figur 28 - Telefoni: Antal minuter och genomförda samtal

Voice traffic		Hybrid 2013	A 2013	A 2014	A 2015	A 2016	A 2017	A 2018	A 2019
		cmin							
Minutes									
Nat	RET.FO internal	2 686 292 100	2 803 859 129	2 560 992 468	2 177 461 804	1 828 445 626	1 460 223 104	1 260 857 541	1 012 347 306
Nat	RET.FO external	1 097 217 900	1 145 238 236	1 046 039 177	889 385 807	746 829 904	596 429 155	514 998 151	413 493 970
Dial	RET.Internet dial-up (network pr	13 996 500	9 852 440	6 596 017	-	-	-	-	-
Other	RET.IN services (all excl Mass c	433 217 800	389 951 051	323 283 515	278 019 428	251 124 996	249 843 594	215 912 161	168 095 258
Other	RET.0718 Telia Mass call servic	2 210 046	1 989 322	1 649 220	1 418 306	1 281 105	1 274 568	1 101 468	857 532
Int	RET.International inbound	292 781 229	239 134 780	214 986 480	161 959 760	140 683 583	97 292 531	84 792 076	73 921 553
Int	RET.International out	222 428 800	181 673 061	163 327 358	123 042 434	106 878 711	73 914 100	64 417 380	56 158 936
Int	RET.Directory enquiry service &	5 746 437	4 693 515	4 219 554	3 178 795	2 761 206	1 909 567	1 664 220	1 450 863
Nat	RET.Fixed to OLO Mobile	1 991 595 000	2 078 758 234	1 898 698 877	1 614 352 379	1 355 594 638	1 082 597 471	934 789 472	750 546 016
Nat	RET.Fixed to OLO Fixed	1 219 230 000	1 272 590 262	1 162 360 134	988 286 700	829 878 389	662 752 876	572 266 635	459 475 053
Other	RET.Emergency calls	3 447 862	3 103 514	2 572 925	2 212 681	1 998 635	1 988 437	1 718 386	1 337 824
Other	RET.Other calls	2 298 575	2 069 009	1 715 283	1 475 120	1 332 424	1 325 625	1 145 591	891 883
	IC.Orig.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Orig.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Orig.Single segment	1 645 311 250	1 350 038 533	1 168 346 745	1 086 407 315	1 030 108 672	957 870 391	719 397 685	844 467 624
	IC.Orig.Double segment	27 988 725	22 965 781	19 874 985	18 481 096	17 523 389	16 294 528	12 237 821	14 365 411
	IC.Term.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Term.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Term.Single segment	5 702 863 663	4 679 409 864	4 049 642 399	3 765 629 635	3 570 491 187	3 320 103 868	2 493 526 327	2 927 035 070
	IC.Term.Double segment	378 320 502	310 425 918	268 647 970	249 806 935	236 861 706	220 251 340	165 417 269	194 175 671
	IC.TS.Single transit	1 344 743 987	1 103 412 014	954 911 880	887 941 236	841 927 291	782 885 578	587 977 327	690 199 353
	IC.TS.Double transit	142 604 883	117 012 563	101 264 700	94 162 723	89 283 123	83 021 978	62 352 715	73 192 964
	Total	**17 212 295 259**	**15 716 177 225**	**13 949 129 687**	**12 343 222 156**	**11 053 004 585**	**9 609 978 711**	**7 694 572 223**	**7 682 012 287**

Completed calls		Hybrid 2013	A 2013	A 2014	A 2015	A 2016	A 2017	A 2018	A 2019
		#CALL							
Completed calls									
Nat	RET.FO internal	610 520 932	657 864 533	612 133 497	535 818 930	458 981 036	373 488 290	334 140 123	316 234 203
Nat	RET.FO external	199 494 164	214 964 185	200 021 086	175 084 495	149 976 902	122 041 244	109 183 815	103 332 866
Dial	RET.Internet dial-up (network pr	1 166 375	759 406	2 408 090	-	-	-	-	-
Other	RET.IN services (all excl Mass c	127 881 382	111 450 174	95 202 255	85 640 636	74 884 680	71 510 238	56 495 974	44 099 639
Other	RET.0718 Telia Mass call servic	15 786 040	13 757 725	11 752 036	10 571 723	9 243 977	8 827 426	6 974 023	5 443 784
Int	RET.International inbound	52 894 557	47 240 425	39 196 533	30 062 939	24 365 043	21 081 067	22 694 789	19 631 880
Int	RET.International out	36 108 571	32 248 767	26 757 589	20 522 523	16 632 844	14 391 031	15 492 641	13 401 741
Int	RET.Directory enquiry service &	2 612 017	2 332 807	1 935 587	1 484 555	1 203 184	1 041 016	1 120 705	969 453
Nat	RET.Fixed to OLO Mobile	748 719 925	806 780 338	750 697 514	657 108 197	562 877 092	458 032 002	409 776 888	387 817 741
Nat	RET.Fixed to OLO Fixed	310 236 641	334 294 325	311 056 067	272 276 766	233 231 537	189 788 338	169 793 539	160 694 633
Other	RET.Emergency calls	1 567 210	1 365 843	1 166 721	1 049 542	917 726	876 371	692 369	540 449
Other	RET.Other calls	1 044 807	910 562	777 814	699 695	611 817	584 248	461 579	360 300
	IC.Orig.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Orig.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Orig.Single segment	397 084 599	325 822 551	281 972 483	262 196 963	248 609 671	231 175 457	173 621 703	203 806 476
	IC.Orig.Double segment	6 422 518	5 269 913	4 560 674	4 240 821	4 021 058	3 739 074	2 808 189	3 296 403
	IC.Term.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Term.[spare]	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC.Term.Single segment	1 531 123 101	1 256 342 948	1 087 260 961	1 011 008 305	958 616 909	891 392 120	669 469 934	785 859 750
	IC.Term.Double segment	104 248 396	85 539 652	74 027 497	68 835 741	65 268 609	60 691 527	45 581 682	53 506 226
	IC.TS.Single transit	426 094 857	349 626 538	302 572 865	281 352 583	266 772 629	248 064 703	186 306 180	218 696 196
	IC.TS.Double transit	61 611 722	50 554 689	43 750 904	40 682 531	38 574 324	35 869 228	26 939 177	31 622 652
	Totals	4 634 617 813	4 297 125 378	3 847 250 174	3 458 636 944	3 114 789 039	2 732 593 380	2 231 553 308	2 349 314 392

Källa: *Efterfrågemodellen*, fliken [Core traffic]

Årliga trafikvolymer konverteras sedan till "bråd timme-trafik" (minuter konverteras till bråd timme-Erlangs och antalet genomförda samtal till bråd timme-samtal) baserat på antaganden om antalet bråda dagar per vecka och antalet bråda timmar per bråd dag. Beräkningarna finns i sektion 1 av fliken [Core traffic].

4.4.2.2. Bredband och bitström

Trafikvolymerna för bredband och bitström beräknas i två steg:

- bråd timme-trafik per kund per tjänst,
- antalet slutanvändare per tjänst (se 2.3.1.2).

Trafiken per kund per tjänst för bredbandstjänster (private xDSL, business xDSL, FiberLAN) och bitströmtjänster (consumer xDSL, business xDSL, consumer FTTx, Pro xDSL och Pro Transport) baseras på 2013 års data från Hybridmodellen:

$$bråd\ timme\ trafik = 8 \times \frac{årlig\ trafikvolym}{52 \times \#\ bråda\ timmar\ per\ vecka \times 3600}$$

Där 52 är antalet veckor per år, 3600 antalet sekunder per timme, och 8 antalet bits per byte. Resultaten för varje tjänst (med hänsyn till olika hastigheter per tjänst, och differentierad efter hela och delade accesser) extrapoleras sedan från 2013 års nivåer genom att anta en årlig tillväxttakt på 15 procent.

Detta för att matcha en bråd timme-trafik av 1 Mbit/s per kund för fiberbredband i modellens basår 2016. Eftersom efterfrågan samtidigt utvecklas mot högre kapaciteter, (fler fiberprodukter), blir den aggregerade tillväxttakten (all bredbands-/bitströmstrafik) trafik högre och beräknas vara 21 procent per år.

Figur 29 - Beräkning av trafik för bredbandstjänster

Broadband per service	Hybrid 2013	Busy days in week	Busy hours in busy day	Hybrid 2013	Peak traffic per user (kbps) 2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	GigaBytes per month per sub			Busy hour kbps per second	Growth	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Fibre											
BB.FiberLan.0,20–0,25 Mbit/s	20	7	12	119	119	137	158	181	208	240	276
BB.FiberLan.8–10 Mbit/s	71	7	12	432	432	497	572	658	756	870	1 000
BB.FiberLan.50/8–100/10 Mbit/s	95	7	12	582	582	670	770	886	1 019	1 171	1 347
BB.FiberLan.50–100 Mbit/s	105	7	12	643	643	740	850	978	1 125	1 293	1 487
BB.FiberLan.1000 Mbit/s	128	7	12	784	784	901	1 037	1 192	1 371	1 576	1 813
Total Fibre broadband					615	718	837	980	1 142	1 325	1 534

Källa: *Efterfrågemodellen*, flik [Core traffic]

Bredband via kabel-tv-nät antas ha samma genomströmning (throughput) som fiberprodukterna. Alla beräkningar redovisas i sektion 2 av fliken [Core traffic] i *Efterfrågemodellen*. Observera att modellen behöver data om throughput för alla plattformar för att kunna kostnadsberäkna koppar-och kabelprodukter, även om all efterfrågan för den hypotetiska effektiva operatören antas fördelas på fiberprodukter.

4.4.2.3. Bitström Transport och backhaul

Trafikvolymerna för bitström transport- och backhaultjänster inkluderas i form av bråd timme-enhetstrafik per krets (circuit). Precis som i Hybridmodellen antas efterfrågan per tjänst omfatta en krets. Enhetstrafiken för bitström transport beräknas som:

$$dedikerad\ kapacitet\ för\ tjänsten \times utnyttjandegrad$$

T.ex. beräknas trafiken för Bitstream Transport 300 Mbit/s vara 150 Mbit/s eftersom utnyttjandegraden sätts till 50 procent i enlighet med Hybridmodellen. Utnyttjandegrader redovisas i sektion 2.4 av fliken [Design rules].

Enhetstrafiken för backhaultjänster antas vara lika med dedikerad kapacitet (implicit antagande om 100 procent utnyttjandegrad) och kapaciteten sätts i enlighet med Hybridmodellen. I avsaknad av information antas efterfrågan per tjänst återigen omfatta en krets. Beräkningarna genomförs i sektion 3 av fliken [Core traffic].

4.4.2.4. IPTV och VOD

4.4.2.4.1. IPTV

Eftersom IPTV är en multicast-tjänst beräknas trafiken direkt som total trafik. IPTV-trafiken är oberoende av antalet slutkunder som faktiskt använder tjänsten och beror istället på antalet tv-kanaler som erbjuds, samt antalet kanaler som konsumeras samtidigt. IPTV-trafiken beräknas därför enligt följande:

$$enhetstrafik = \#\ kanaler \times bandbredd\ per\ kanal \times \%kanaler\ som\ konsumeras\ samtidigt$$

Modellen utgår från antaganden i Hybridmodellen som innebär ett utbud på 35 kanaler, en bandbredd på 4,8 Mbit/s per kanal, och att 1/3 av kanalerna konsumeras parallellt. I *Coremodellen* ansluts alla accessnoder med multicasttrafik förutsatt att de är konfiguerade för IPTV, vilket avgörs ifall det finns en aktiv efterfrågan för antingen kabel eller fiber i accessnoden.

Observera att IPTV-trafiken skiljer sig åt mellan olika nivåer i nätet: på accessnodsnivån (länk mellan accessnod och Edge-router, och nedlänks-trafiken i Edge-routern) är den totala trafiken produkten av (a) den ovan beräknade enhetstrafiken och (b) antalet accessnoder som är IPTV-aktiverade.

På edgenivån (länken mellan edge- och core-router, och nedlänkstrafiken i core-routern) är den totala trafiken produkten av (a) den ovan beräknade enhetstrafiken och (b) antalet Edge-routers.

På IP-nivån (länkarna mellan IP-routers och upplänkstrafiken i IP-routern) är den totala trafiken produkten av (a) den ovan beräknade enhetstrafiken och (b) antalet IP-routers.

Beräkningarna görs i sektion 4 av fliken [Core demand] i *Coremodellen*, och redovisas i detalj i sektionen 2.5 av fliken [Design rules] i *Efterfrågemodellen*.

4.4.2.4.2. VoD

Uppgiften för bråd timme-enhetstrafik för VoD och antalet VoD-abonnenter är baserad på den totala mängden indata från marknaden multiplicerat med marknadsandelen för IPTV-tjänster som den hypotetisk effektiva operatören antas ha.

4.4.2.5. Hyrda förbindelser

Den totala trafikvolymen för hyrda förbindelser baseras på 2013 års uppgifter från Hybridmodellen, för de olika urbaniseringskategorierna A (Stockholm), B (andra stora städer), C (resten av norra Sverige) and D (resten av södra Sverige). För att extrapolera volymerna 2014 och framåt har en årlig tillväxt på 20 procent antagits.

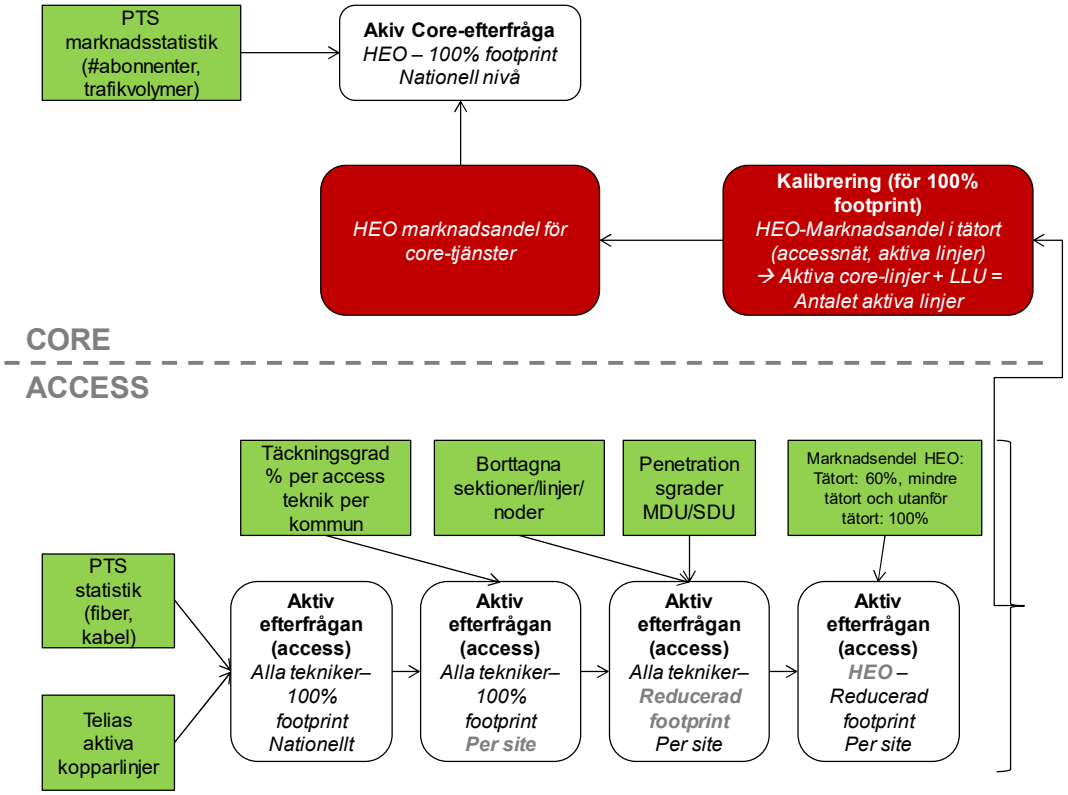
4.4.3 Uppdatering 2020 av volymer i corenätet

Volymerna i corenätet har uppdaterats för att bättre återspegla den aktuella marknadssituationen. Efterfrågan för slutkundstjänster har uppdaterats för åren 2017-2019 baserat på statistik från Svensk telekommarknad. Efterfrågan för grossisttjänster har uppdaterats baserat på senaste tillgängliga marknadsdata för åren 2013-2019.

4.5 Sammanfattning

Följande schema sammanfattar modelleringen av efterfrågan:

Figur 30 - Överblick över efterfrågemodellen



Källa: TERA Consultants

5 Anläggning av accessnätet

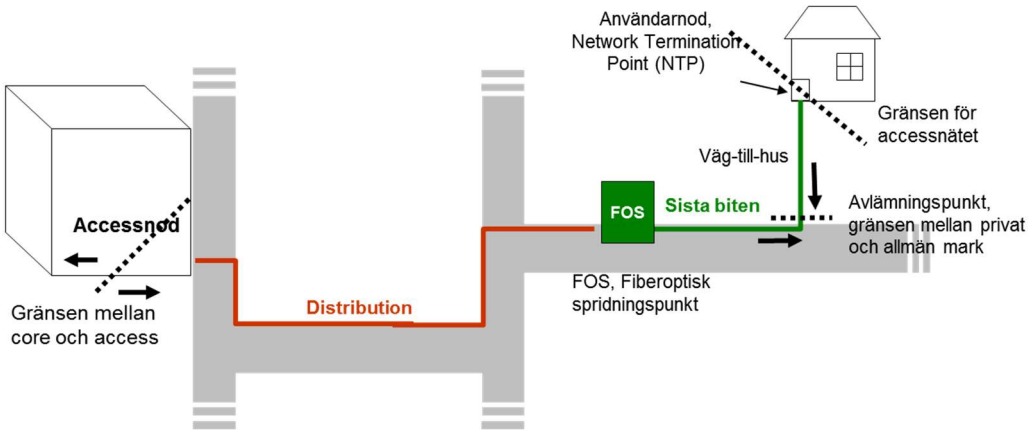
5.1 Fiberaccessnätet

I enlighet med princip 7 i Modellreferensdokumentet (MRD) är fiberaccessnätet baserat på FTTH och inkluderar två nodnivåer:

- accessnod (ODF, Optical Distribution Frame, vilken är utrustning för terminering, anslutning och korskoppling av fibrer och tillhörande utrustning för kundanslutningar i accessnod)
- fiberoptisk spridningspunkt (FOS)

De fiberoptiska spridningspunkterna placeras konsekvent vid det segment där ”sista biten” av accessnätet till fastigheterna börjar.

Figur 31 – Illustration av accessnätets struktur



Delen av accessnätet mellan fiberoptisk spridningspunkt (FOS) och användarnod kallas vanligen den ”sista biten”. Sträckan på den ”sista biten” från avlämningspunkt på allmän mark till privat mark fram till användarnod benämns som väg-till-hus, och exkluderas från kostnadsbasen i modellen.

Källa: TERA Consultants

Det finns därför två nätnivåer i accessnätet:

- distributionsnät: som sträcker sig från accessnod till fiberoptisk spridningspunkt, FOS
- ”sista biten”: som sträcker sig från FOS till nättermineringspunkten (Network Termination Point, NTP) i användarnod alternativt till Building Distribution Frame (BDF) i fastighetsnod. Sträckan på den ”sista biten” från avlämningspunkt på allmän mark till privat mark fram till användarnod benämns som väg-till-hus, och exkluderas från kostnadsbasen som ligger till grund för beräkning av kostnadsresultaten som modellen genererar.

Accessnodernas täckningsområden är ett ingångsvärde i kalkylmodellens MS Access-komponent, och förbindelsevägarna mellan accessnoder och segment bestäms med hjälp av en ”kortaste-vägen-algoritm” (”shortest path algorithm”). Eftersom de fiberoptiska spridningspunkterna (FOS) är placerade vid det segment där byggnaderna finns, kan den största delen av ”sista biten” beräknas på byggnadsnivån. Dimensioneringen av accessnätet görs sedan i två steg:

- dimensionering på byggnadsnivå
- dimensionering på segmentsnivå

5.2 Dimensionering av accessnätet

Detta avsnitt redovisar de tekniska principer som tillämpas vid utbyggnaden av accessnätet. Följande frågor behandlas:

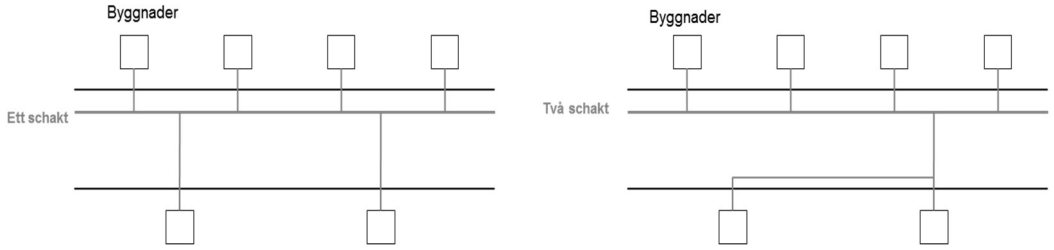
- Ska ett segment ha schakt på endast en sida eller på båda sidorna av vägen?
- Vilken typ av fiberkabel ska används för respektive nätnivå?
- Hur många kabelskarvar ska användas?
- Vilka anläggningstekniska principer ska tillämpas för schakt och kanalisation?

5.2.1 Konfigurering av segment

I segmenten benämns den sida av vägen som har flest byggnader som ”storsida” (major side) och den motsatta sidan kallas ”lillsida” (minor side). I segmentet kan schakt antingen etableras på endast storsidan eller på båda sidor, beroende på antalet byggnader i segmentet och avståndet mellan dessa på lillsidan.

Segmentet schaktas på båda sidor i de fall det är kostnadseffektivt, dvs. när den totala längden för schaktning tvärs över vägen till varje byggnad på lillsidan blir längre än ett schakt på lillsidan plus schaktning över väg, multiplicerat med en kostnadsfaktor för att beakta skillnaden i kostnad mellan schaktning över väg (hård yta) som är dyrare och schaktning längs väg (som kan bestå av mjukt underlag).

Figur 32 - Illustration av två alternativ för schaktning i ett segment



Källa: TERA Consultants

Tabell 14 Statistik om schaktning beroende på typ av segment

Typ av segment	Segment som schaktas en gång	Segment som schaktas två gånger	
	Total schaktlängd på storsidan (km)	Total schaktlängd på storsidan (km)	Total schaktlängd på lillsidan (km)
Utanför tätort	49 299	2 391	1 116
Mindre tätort	14 459	8 291	4 519
Tätort	13 029	7 026	3 930
Total längd	**76 787**	**17 708**	**9 565**

Source: MS Access models, MS Access Request: "Stat Major vs Minor"

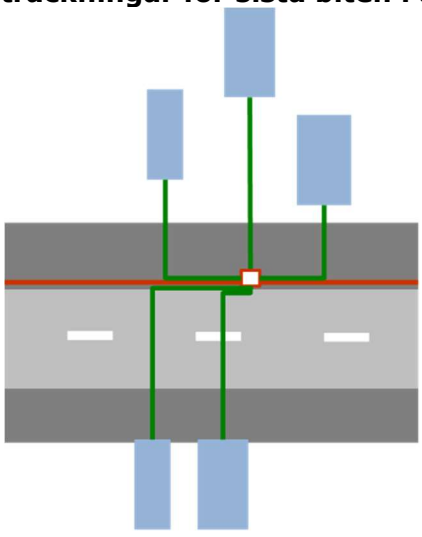
5.2.2 Kablar

5.2.2.1. Sista biten i accessnätet

Fiberkabeln för den sista biten i accessnätet anläggs från en fiberoptisk spridningspunkt (FOS) till nätterminering spunkten (NTP) i användar- eller fastighetsnod. Kabeln följer segmentet tills den ligger mitt framför byggnaden, och viker sedan av vertikalt för att anslutas till byggnaden.

Antalet fibrer per kabel motsvarar antalet bostäder per byggnad, men anpassas till relevant storlek som finns tillgängligt i standardsortimentet för fiberkablar. Till arbetsplatser anläggs två fibertrådar och till bostadshushåll anläggs en fibertråd. Två fibertrådar är den minsta enheten i standardsortimentet och används därför till byggnader med ett hushåll, även om endast en fibertråd används.

Figur 33 - Sträckningar för sista biten i accessnätet



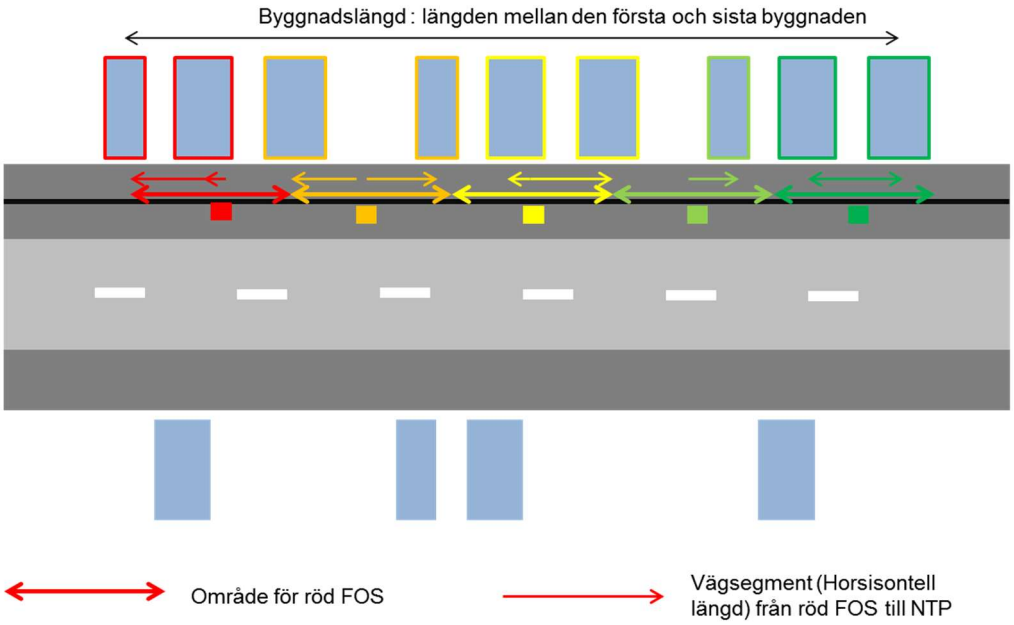
Källa: TERA Consultants

De fiberoptiska spridningspunkterna (FOS) placeras vid vägkanten i enlighet med följande kriterier:

- Maximalt antal anslutningar för sista biten per FOS
- När antalet anslutningar för sista biten är färre än den minsta varianten av FOS (16 anslutningar) multiplicerat med fyllnadsgraden för FOS (cirka 67 procent baserat på ett beräknat genomsnitt av fyllnadsgraden för de fiberoptiska spridningspunkterna (FOS) i nätet) kan en ”del”-FOS (< 1) placeras ut. Denna uppskattning görs för att efterlikna de fall då en FOS placeras i en korsning för att aggregera den totala efterfrågan från fler än ett segment.
- När segmentet är ensamliggande, ett ”Single Leaf”, dvs. när endast en del-FOS etableras i segmentet, och det inte finns några bakomliggande byggnader samt att inget annat segment använder detta segment som framföringsväg till accessnoden placeras den första FOS:en i början av segmentet på storsidan.

FOS placeras på snarlikt sätt längs segmentet, från första till sista byggnad enligt nedanstående figur.

Figur 34 - Placering av FOS



Källa: TERA Consultants

När segmentet är schaktat på både storsida och lillsida placeras och dimensioneras FOS på båda sidorna av vägen.

5.2.2.2. Distributionsnät

Distributionskabeln är dimensionerad för att kunna hantera efterfrågan i det aktuella segmentet, så att den kan ansluta:

- bostäderna på storsidan
- bostäderna på lillsidan
- bostäder som ligger bakom andra byggnader i segmentet

Kabeln dimensioneras så att det finns överkapacitet. När efterfrågan är större än vad som kan tillgodoses med den största distributionskabeln (192 fibrer) anläggs i enlighet med praxis ytterligare en eller flera kablar med 192 fibrer.

Om det finns bakomliggande byggnader i segment anläggs distributionskabeln längs hela segmentet, annars slutar den vid sista FOS:en.

Om ett segment är schaktat på både stor- och lillsida anpassas distributionskabeln som anläggs på lillsidan utifrån efterfrågan på denna sida.

5.2.3 Skarvar

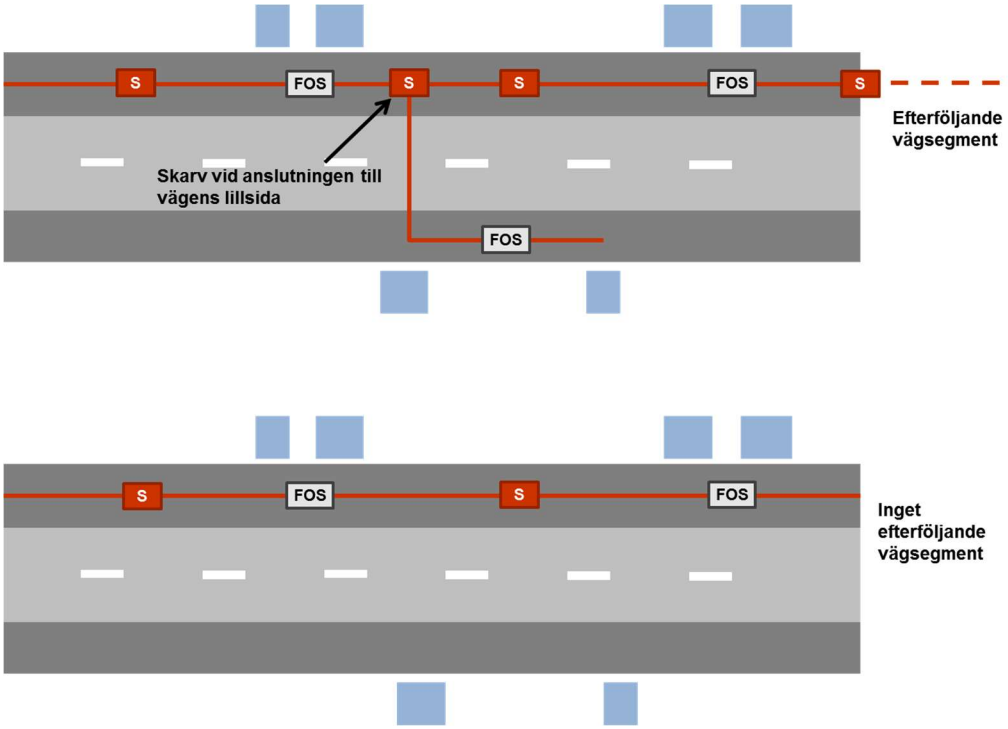
5.2.3.1. Sista biten

Fibrerna som anläggs på sista biten har inga skarvar eftersom det anläggs en dedikerad fiberkabel per byggnad fram till FOS.

5.2.3.2. Distributionsnät

På storsidan används skarvar i enlighet med den standardiserade längden för den kabel som används. Om det redan finns utrustning längs kabeln är det inte nödvändigt att skarva, eftersom utrustningen kan användas istället för skarva kabeln. På storsidan kan skarvar ersättas av FOS och accessnod. På lillsidan kan skarvar ersättas av FOS. Om segmentet har ett efterföljande segment finns minst en skarv där segmenten ansluter till varandra (se nedan). När även lillsidan är schaktad finns det åtminstone en skarv vid utgreningen till storsidan.

Figur 35 - Skarvar på stor- och lillsidan



Källa: TERA Consultants

5.2.4 Mark och anläggningsarbete

5.2.4.1. Kanalisation

Kanalisation används för distributionskabeln längs hela segmentet, från sista biten till corenätskablarna.

Om kablarna är olika långa, t.ex. om distributionskabeln slutar vid sista byggnaden och sista biten-kabeln löper ända till segmentets slut, anpassas kanalisationen efter den längre kabeln.

5.2.4.2. Vertikal kanalisation för sista biten

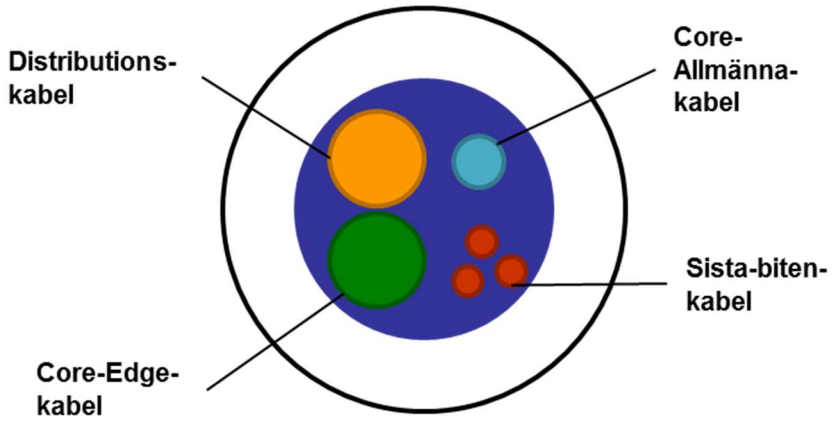
Till varje byggnad löper ett 32 mm kanalisationsrör, som sträcker sig mellan schaktning vid väg (diket) och tomtgräns.

5.2.4.3. Sista biten, distribution och corenät

Enligt uppgift från SMP-operatören används två sorters kanalisationsrör, 110 respektive 32 mm. Men eftersom kanalisationsrör på 110 mm är sju gånger så dyr som 32 mm, används i modellen endast 32 mm. Fibrer i sista biten, distributionsnät och corenät delar gemensam kanalisation. När kablarnas samlade tvärsnittsyta överstiger kanalisationsrörets praktiskt användbara tvärsnittsyta anläggs ytterligare

kanalisationsrör. Tilldelningen av kanalisationsrören fördelas enligt den erforderliga kapaciteten (kapacitetsbaserad ansats). Eftersom storleken på kablarna och antalet kablar är det som styr behovet av kanalisation, fördelas tilldelningen av kanalisationsrören enligt kablarnas tvärsnittsyta.

Figur 36 - Exempel på kablars inplacering i kanalisationsrör



Källa: TERA Consultants

I figuren ovan har distributions- och core-edge-kablarna den dubbla diametern jämfört med core-allmänna-kabeln, och fyra gånger sista biten-kabeln. Sista bitens andel blir:

$$\frac{3 \times S_{fd}}{S_d + S_{ce} + S_{cc} + (3 \times S_{fd})}$$

där:

- S_{fd} är tvärsnittsytan för sista biten-kabeln
- S_d är tvärsnittsytan för distributionskabeln
- S_{ce} är tvärsnittsytan för Core-Edge-kabeln
- S_{cc} är tvärsnittsytan för Core-allmänna-kabeln

5.2.4.3.1. Mikrokanalisation

Alla kablar skyddas av mikrokanalisation (mikrorör).

5.2.4.4. Schakt

5.2.4.4.1. Vertikala schakt

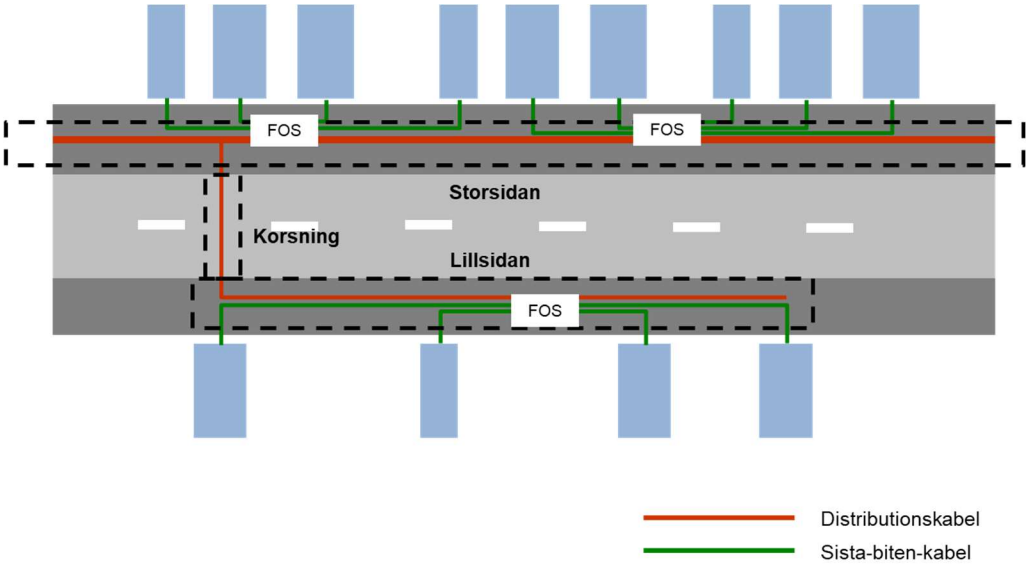
Varje byggnad har sitt eget vertikala schakt. Det görs åtskillnad på schakt som löper genom hård yta i tätort, löper genom grus/jord utanför tätort, korsar väg från storsida till lillsida eller schakt som plöjs på privat tomtmark.

5.2.4.4.2. Horisontella schakt

När ett segment schaktas på båda sidor av vägen finns det tre horisontella schakt med olika storlek:

- lillsidans schakt
- vägkorsande schakt
- storsidans schakt

Figur 37 - Horisontella schakt



Källa: TERA Consultants

Lillsidans schakt löper längs byggnaderna på lillsidan. Det vägkorsande schaktet löper över vägens hela bredd.

Storsidans schakt löper längs hela segmentet, eller fram till sista byggnaden (som beskrivs i avsnitt 5.2.2.2).

Kostnader för schakt fördelas enligt en kapacitetsbaserad ansats. Eftersom ett schakts kapacitet beror på antalet kanalisationsrör som läggs ner fördelas kostnaderna

baserat på kanalisationsrörens tvärsnittsyta. Fördelningsnyckeln för schaktkostnader blir därför enligt följande formel:

$$\frac{yta_{kabel}^{distr}}{yta_{kabel}^{sista\ biten} + yta_{kabel}^{distr}} \times \frac{yta_{kanalisation}^{access}}{yta_{kanalisation}^{access} + yta_{kanalisation}^{core}}$$

Behovet av kanalisation för sista biten beräknas utifrån det genomsnittliga antalet bostäder per byggnad längs segmentet.

Schaktkostnaden bestäms av om byggnaden ligger i tätort, mindre tätort eller utanför tätort. ”Schaktning i hård yta används i tätort, och till viss del i mindre tätort medan ”gräs”-dike i jord används i mindre tätort och utanför tätort. ”Asfalt”-dike tillämpas vid korsning av väg, och plöjning används för den vertikala delen av sista biten på privat tomtmark. Det sistnämnda leder till en låg dikeskostnad per meter. Det bör dock noteras att kostnaden för dessa schakt enligt princip 11 i modellreferensdokumentet (MRD) exkluderas från kostnadsbasen som ligger till grund för beräkningen av modellens kostnadsresultat.

5.2.4.5. Brunnar

I modellen omfattar denna kategori av tillgångar alla typer av brunnar som anläggs i nätet vilka varierar i storlek från små lådor (handholes) som finns längst ut i accessnätet till stora brunnar anlagda i närheten av accessnoder. En enhetlig kostnad för brunnar används i modellen (8600 kr, se *Accessmodellen* flik [Unit costs of assets] K61), vilket återspeglar ett genomsnitt för de olika brunnstyper som används i modellen.

Antalet brunnar bestäms enligt följande parametrar:

- det maximala avståndet mellan brunnar är 250 meter. Denna distans avgörs vanligen av flera faktorer hänförliga till installation (för att inte överskrida skadliga sträckningskrafter vid dragning av fiberkabeln, (vilket fastställs som en teknisk regel i *Accessdatabasen* (MS Access)), eller till underhåll (ex. när kablar blivit avgrävda är brunnar den enda plats där tekniker har tillgång till kabeln utan att öppna upp schaktet),
- antalet nedgrävda installationer (skarvar, FOS) som ska vara lätt åtkomliga.

Kostnader för brunnar fördelas på motsvarande sätt som för schakt.

Det antas att all utrustning för varje kabel är samlokaliserad, så det totala behovet av brunnar för varje sida av segmentet är det maximala behovet per nätnivå. Antalet brunnar är beräknat med beaktande av det maximalt tillåtna avståndet mellan brunnar beroende på skadliga sträckningskrafter. Placering av brunnarna sker på

både stor- och lillsida (major and minor side) för sista biten (final drop), distribution, core Access Node-to-Metro network, core Metro-to-edge network, core Edge-to-IP nät, inom core IP-nätet.

Kalkylmodellen använder sex olika typer av brunnar och sammanlagt anläggs nästan 749 000 antal brunnar vilket innebär en investering strax under sex miljarder kronor, se tabell 15.

Tabell 15 Förteckning av brunnar i kalkylmodellen innan justering för återanvändning

Kategori	Del av nätet	Antal	Andel
F-Manhole	Sista biten	107 846	14 %
D-Manhole	Distribution	393 690	50 %
C1-Manhole	Core-Access	185 104	24 %
C2-Manhole	Core-Metro	18 409	2 %
C3-Manhole	Core-Edge	11 716	1 %
C4-Manhole	Core IP	32 438	4 %
	Totalt antal (innan justering)	749 203	
	Antal som återanvänds	134 587	
	Antal brunnar som nyanläggs	**614 347**	
	Investering i nya brunnar mkr	**5 5 74**	

Källa: *Accessmodellen*, flik [Inventory], tabell 3 Adjusted inventory

I jämförelse med Hybridmodellen har kalkylmodellen 1.0 åtta gånger fler brunnar och en investering i brunnar som är sju gånger större. Genomsnittskostnaden för brunnar i Hybridmodellen är 8375 kr vilket är tre procent lägre än genomsnittskostnaden i kalkylmodell 1.0.

6 Dimensionering av accessnätet

Detta avsnitt behandlar den metodik som tillämpats i Microsoft Access-komponenten för att dimensionera accessnätet i kalkylmodellen. Beräkningen resulterar i en sammanställning av alla tillgångar som utgör en del av accessnätet.

6.1 Översikt

I ”Control Panel” kontrolleras beräkningarna av ”Start the modelling”-knappen. Denna knapp aktiverar funktionen ”Main” som styr modelleringen. Följande figur visar de olika stegen i beräkningen och förklarar varje access SQL förfrågan/VBA (Visual Basic Application) rutin.

Figur 38 - Beskrivning av huvudfunktioner

Källa: TERA Consultants

Förfrågningar för huvudfunktionen och VBA rutiner beskrivs i tabellen nedan.

Tabell 16 Huvudfunktionsförfrågningar och VBA-rutiner

Förfrågan / VBA rutin	Beskrivning
Clean Process Section Modelling	Clean Query to empty "Process Section Modelling" table from former calculations. Förbered för ny fråga och rensa tabellen "Process Section Modeling" från tidigare beräkningar.
Clean Process Building Modelling	Clean Query to empty "Process Building Modelling" table from former calculations Rensa frågefält och töm "Process Building Modeling" tabellen från tidigare beräkningar
Clean Results	Clean Query to empty "Results" table from former calculations Rensa frågefält och töm "Resultat" -tabellen från tidigare beräkningar
Clean Source Buildings Irrelevant	Clean Query to delete irrelevant Buildings from the footprint (Agricultural and Others) Rensa frågefält och radera irrelevanta byggnader från nätutbredningen (jordbruk och andra)
Read Parameters Value	Initialization of general values by reading in different input tables Initiering av allmänna värden genom att inhämta indata från olika tabeller
Select Footprint	Determines relevant buildings depending on the footprint threshold Fastställ relevanta byggnader beroende på gränsvärde för geografisk utbredning av nätet
Select Active Lines	Determines whether the Access network in a node should be deployed or no depending on its number of active lines and the Active lines threshold Avgör om utbyggnad ska ske från en accessnod beroende på om antalet aktiva anslutningar överstiger gränsvärdet
Clean Source Building Footprint	Cleans Source Building from most expensive lines Rensar fastighetsbasen från de byggnader som är mest kostsamma att ansluta
Clean Source Building Active lines	Cleans Source Building from most disregarded sites (access nodes) because of the active lines threshold or the average score at the access node level Rensar fastighetsbasen från borttagna siter (accessnod) på grund av gränsvärdet för

	antalet aktiva linjer eller genomsnittligt värde av accessnod
Update Source Section with Road width	Adds road width to source section Lägger till vägbredd till val av källa
Update Virtual NB Dwellings per Building	Allocates to each type of dwellings its number of lines (here 1 for households and 2 for workplaces) Tilldelar antal linjer för de olika typer av anslutningar som bostäder och arbetsplatser (1 för bostadslägenhet och 2 för arbetsplatser)
Create Network Leaves	Identifies Network Leaves section i.e. section that has no rear area (no other section use this section in its path to the access node) Identifierar segment som saknar bakomliggande byggnader och som inte passeras av anslutningar till accessnod från andra segment
Create Section Minor side	Identifies minor side of a section (right/left) Identifierar lillsidan i ett segment (höger/vänster)
Fill Process Building Modelling	Fill "Process building modelling" table with the geographic data Fyll tabellen "Process building modelling" med geografiska data
Dimensioning Building	Dimension calculations at the building level Beräkningar för dimensionering på byggnadsnivån
Fill Process Section Modelling	Fill "Process section modelling" table with the outputs from the building modelling table Fyll "Process section modelling" tabell med utdata från modelleringstabell med byggnader
Dimensioning Section	Dimension calculations at the section level Beräkningar för dimensionering av segment
Create Building Results	Create Query to aggregate results at the building level Formulera fråga för att erhålla resultat på byggnadsnivån
Create Section Results	Create Query to aggregate results at the section level Formulera fråga för att erhålla resultat på segmentssnivå
Create Core Add Results	Create Query to aggregate Core Network results Formulera fråga för att sammanställa resultat för corenät
Fill Results	Fill "Results" table Fyll i "Results" -tabellen

Källa: TERA Consultants

Om scenariot för nätets geografiska utbredning ändras i parametrarna, behöver byggnadsdatabasen uppdateras för att kunna beakta denna förändring. Denna uppdatering hanteras genom ”Update Footprint” knappen i kontrollpanelen.

Knappen aktiverar funktionen ”Update source building” och startar MS Access förfrågningar som beräknar ett värde för varje byggnad och sedan rensar bort data för irrelevanta byggnader från ”SOURCE BUILDING”.

När beräkningen är avslutad krävs att en primärnyckel (primary key) adderas till databaserna ”Source Building” och ”SOURCE SCORE BUILDING”.

6.2 Indata

Geoaccessmodellen (MS Access) är baserad på geodata som behandlats med statistisk analys (geospatial data).

- ”SOURCE SECTIONS” och ”SOURCE BUILDING” tillhandahåller data avseende enskilda segment (t.ex. längd och i vilket UTO segmentet ligger i) respektive enskilda byggnader (t.ex. längden på framföringsväg mellan väg och byggnad, om byggnaden ligger på höger eller vänster sida i segmentet).
- ”SOURCE UTO BUILDING PATHS” är ett resultat av statistisk analys av geodata (geospatialdata); det fastslår ID för den kortaste framföringsvägen mellan accessnod och byggnad, samt anger positionen för framföringsvägens start- och ändsegment.
- ”SOURCE DETAILED UTO BUILD PATHS” är ett beräkningsresultat av geospatialdata och anger i detalj de segment som ingår i respektive framföringsväg, i tur och ordning från accessnod till byggnad.
- ”SOURCE CORE” listar alla de segment som accessnätet delar med corenätet (Allmänna – Metro länkar (Core-Allmänna); Metro – Edge länkar (Core Metro); Edge – IP länkar (Core-Edge) och inter-IP länkar (Core-IP). Denna databas indikerar huruvida segmentet är anslutet via fiber, mikrovågslänk eller sjökabel. Det bör noteras att de vägar som följs av corelänkarna inte är SMP-operatörens faktiska vägar, eftersom dessa framföringsvägar har optimerats.

Och av indataparametrar:

- ”SOURCE_PARAMETERS_COMMON” ger parametrar för mark- och anläggningen av nätet (t.ex. diameter på kanalisation, avstånd mellan brunnar),
- ”SOURCE_PARAMETERS_FIBRE” ger parametrar avseende konstruktionsprinciper för sjökablar och mikrovågslänkar och principer för dimensionering av fiberkablar så att det finns överkapacitet.

- ”SOURCE_INVENTORY_FIBRE” tillhandahåller data avseende vilka fiberkablar som används (antal fibrer, ytterdiameter, trumlängder).
- ”SOURCE_FOOTPRINT_TRESHOLD” härstammar från en statistisk beräkning baserad på den totala listan över byggnader för att bestämma vid vilka värden en byggnad ska uteslutas ur kostnadsberäkningen (för att skapa scenariot med reducerad täckning).

6.2.1 Geospatialdata

Geospatialdata, vilket är en statistisk analys av geodata, beskriver accessnätet segment för segment och tillhandahåller:

- specifik information för segment: längd och byggnaders position,
- kortaste väg mellan accessnod och segment,
- uppgifter om var utrustning är placerad i segment.

Det bör noteras att geospatialdatan inte inkluderar GPS koordinater för segmenten.

6.2.1.1. Källa för segment

”SOURCE SECTIONS”-tabellen tillhandahåller data för enskilda segment.

Tabell 17 Beskrivning av ”Source Sections”-tabellen

Fält	Beskrivning
ID_SECTION	Unique ID of each section Unik identitet för varje segment
LENGTH	Length of the section in meters Längd på segment i meter
ID_UTO	ID of the access node in which the section is located Identitet för accessnod i vilket segment det är lokaliserat
URBAN_	Either Urban, Suburban or Rural Antingen tätort, mindre tätort eller icke-tätort
Type	Type of road Typ av väg
ROADWIDTH	Width of the road Bredd på väg

Källa: TERA Consultants

6.2.1.2. Källa byggnader

”SOURCE_BUILDING”-tabellen ger data avseende enskilda byggnader.

Tabell 18- Beskrivning av ”SOURCE_BUILDINGS”-tabellen

Fält	Beskrivning
ID_BUILDING	Unique ID of each building Unik identitet för varje byggnad
ID_SECTION	Unique ID of each section Unik identitet för varje segment
NB_DWELLINGS	Number of dwellings inside the building (which includes all the premises either the households or the workplaces) Antal bostadslägenheter och arbetsställen i byggnad
VERTICAL_LENGTH	Length in meter of the vertical part of the final drop, from the building to the road Längd i meter för den vertikala delen av sista biten, från byggnad till väg
HORIZONTAL_LENGTH	Length in meter of the horizontal part of the final drop Längd i meter för den horisontella delen av sista biten
VIRTUAL_NB_DWELLINGS	Number of lines attributed to all the dwellings inside the building (1 for a household, 2 for a workplace), in line with the design rules observed in the industry. Antal linjer kopplad till bostadslägenhet eller arbetsställe i byggnad (1 för bostadslägenhet, 2 för arbetsställe), baserat på designregler från marknaden
NB_HOUSEHOLDS	Number of households inside the building Antal bostadslägenhet i byggnad
NB_WORKPLACES	Number of workplaces inside the building Antal arbetsställen i byggnad
LEFT SIDE OF THE ROAD	Whether the building is on the left side of the road Ifall byggnaden är på vägens vänstra sida
ID_UTO	ID of the access node in which the section is located Identitet på accessnod som segmentet ligger i

Källa: TERA Consultants

6.2.1.3. Källa för förbindelsesträckningar från accessnod till byggnader

”SOURCE UTO BUILDING PATHTS” ger start- och ändsegment på framföringsvägen mellan accessnod och byggnad. Denna tabell används för att erhålla fiberkabelns framföringsväg i accessnätet.

Tabell 19 - Beskrivning av ”SOURCE UTO BUILDING PATHS”-tabellen

Fält	Beskrivning
ID_PATH_UTO_BUILDING	Unique ID of the path Unik identitet för framföringsvägen
ID_UTO	ID of the access node Identitet för accessnod

Fält	Beskrivning
NB_OF_SECTIONS	Number of sections required to link the access node and the Building section together Antal segment som krävs för att sammankoppla accessnod med byggnad
UTO_SECTION_ID	ID of the section on which the access node is located Identitet för segmentet är accessnoden är lokaliserad
BUILDING_SECTION_ID	ID of the section on which the building is located Identitet för segmentet är byggnaden ligger

Källa: TERA Consultants

6.2.1.4. Källa för data om förbindelsesträckningar mellan accessnod och byggnader

”Source Detailed UTO Build Paths” ger detaljerad data om framföringsvägen från accessnoderna till byggnaderna.

Tabell 20 Beskrivning av ”SOURCE DETAILED UTO BUILD PATHS”-tabellen

Fält	Beskrivning
ID_PATH_UTO_BUILDING	Unique ID of the path Unik identitet för framföringsvägen
SECTION_NUMBER	Index of the section within the path (starting from the access node to the building) Index av segment inom framföringsvägen (från accessnod till byggnaden)
ID_SECTION	ID of the section crossed by the path Identitet för segmentet som korsars av framföringsvägen

Källa: TERA Consultants

6.2.1.5. Source Core

Source Core listar alla segment som delas med corenätet (Allmänna – Metro länkar (Core-Allmänna), Metro – Edge länkar (Core Metro), Edge – IP länkar (Core-Edge) och inter-IP länkar (Core-IP), samt vilken typ av länkar som används (markförlagd fiber, mikrovågslänk eller sjökabel.)

Tabell 21 - Beskrivning av ”SOURCE_CORE”-tabellen

Fält	Beskrivning
ID_SECTION	ID of the section where core link is deployed. The ID appears several times in case several cables or links are on the same section Identitet för segment där corelänk byggs. ID:n visas flera gånger om flera kablar eller länkar finns i samma segment
CORE_LEVEL	Whether Common – Metro links (Core-Common); Metro – Edge links (Core Metro); Edge-IP links (Core-Edge) and Inter-IP links (Core-IP) Om Common - Metro-länkar (Core-Common); Metro - Edge länkar (Core Metro); Edge-IP-länkar (Core-Edge) och Inter-IP-länkar (Core-IP)
FIBRE	Type of link: microwave, submarine or fibre based on if the path is virtual or no (in the database source core paths), and if it is virtual, MW is deployed if the distance between nodes doesn't exceed 30km Typ av länk: mikrovågslänk, sjökabel eller fiber baserat på om sökvägen är virtuell eller ingen (i databasens källan för corelänkar) och om den är virtuell, används mikrovågslänk om avståndet mellan noder inte överstiger 30 km

Källa: TERA Consultants

6.2.2 Parametrar för indata

Indataparametrarna är samlade i de fem tidigare nämnda tabellerna:

- “SOURCE_PARAMETERS_COMMON”,
- “SOURCE_PARAMETERS_FIBRE”,
- “SOURCE_INVENTORY_FIBRE”,

Indataparametrarna är de parametrar som används i modellen. Parametrarna för indata i följande tabeller är antingen baserade på insamlade operatörsdata, Hybridmodellen eller från internationella jämförelser.

Tabell 22 ”SOURCE_PARAMETERS_COMMON”-tabellen

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
LargeDuctDiam	mm	110	External diameter of ducts 110, used for local access and core network Yttre diameter på kanalisationsrör 110, används för access- och corenät
DuctDiam	mm	32	External diameter of ducts 32, used for local access and core network

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
			Yttre diameter på kanalisationsrör 32, används för access- och corenät
LargeDuctInefficiency	FO	0,4	40% of the 100 mm duct surface (set by the ext diameter) is not filled, 60% is filled 40% av 100 mm kanalytan (fastställd av yttre diameter) är inte fylld, 60% fyllnadsgrad
DuctInefficiency	FO	0,4	40% of the 32 mm duct surface (set by the ext diameter) is not filled, 60% is filled 40% av 32 mm yta (fastställd av yttre diameter fylls inte , 60% fyllnadsgrad
LargeSubductDiam	mm	14	External diameter of subducts, in which fibres are, used for fibre cables Extern diameter på mikrokanalisation, i vilka fibrer används för fiberkablar
SubductDiam	mm	7	External diameter of subducts, in which fibres are, used for fibre cables Extern diameter på kanalisation, i vilka fibrer används för fiberkablar
DistanceManhole	m	250	Distance between two manholes (limited by drum length and pulling in tension limits) Avstånd mellan två brunnar (begränsad av trumlängd och spänningsgränser för utdragning av fiberkabel)
Onetrench_Multiplier	FO	1,8	Weighed ratio between the cost of trenching for crossing the road (trench_asphalt) and trenching along the section (trench_bicycle and trench grass) Vägt förhållande mellan kostnaden för schaktning som korsar väg (gräv asfalt) och grävning längs segment (gräv cykelbana och gräv mjukt underlag)
FOS_Rate_Fill	FO	0,67	FOS fill rate (calculated based on samples) Fyllnadsgrad på FOS (beräkning baserat på stickprov)
LateralLength	m	1	Distance between the sidewalk and the limit of the private domain Avståndet mellan trottoar och gräns till privat mark

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
SuboptimalPathMarkup	FO	0,1	Mark-up for paths to reflect the fact that real trenches are not in straight lines Påslag för att kompensera att schaktningar inte går i raka linjer
MDUThreshold	FO	6	Minimum number of Dwellings in a building to install a Building Distribution Frame Minsta antal bostäder i en byggnad för att installera en fastighetsnod (BDF)
Standard_FOS_Dim	FO	48	Size of a large FOS (number of final drops handled) Storleken på en stor FOS (antal anslutningar på sista biten)
Small_FOS_Dim	FO	16	Size of a small FOS (number of final drops handled) Storleken på en liten FOS (antal anslutningar på sista biten)
Core_Common_Grouping	Cables	12	A number of core links (depending of either they are Common, Metro or Edge) may be grouped in one cable Ett antal corelänkar (beroende på om de är gemensamma, Metro eller Edge) kan grupperas i en kabel
Footprint_threshold	%	85	Percent of the lines passed (the least expensive ones) considered in the "reduced footprint" scenario (this is before the Active Line Threshold) Procent av linjerna 'lines passed' (de minst kostsamma) som beaktas i scenariot reducerad geografisk utbredning, vilket är innan gränsvärdet för antal aktiva linjer implementeras.
Active_Lines_Threshold	#	50	Minimum number of active lines to deploy the access network for a node Minsta antalet aktiva linjer för utbyggnad av accessnät från en accessnod
Penetration	%	58	Expected Penetration per sites to be expected Förväntad penetration per site (accessnod)
Node Score Threshold	m	30	Average score equivalent to 95% lines passed considered for restriction at site level

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
			Genomsnittligt värde motsvarande 95% av homes passed som input för att begränsa antalet små accessnoder)

Källa: TERA Consultants

Tabell 23 "SOURCE_PARAMETERS_FIBRE"-tabellen

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
Fcount_Core_COMMON	FO	24	Number of fibres per cable to link a access node and a Metro node Antal fibrer per kabel för att länka en accessnod och metronod
Fcount_Core_METRO	FO	24	Number of fibres per cable to link a Metro and Edge node Antal fibrer per kabel för att länka en Metro- och Edgenod
Fcount_Core_EDGE	FO	192	Number of fibres per cable to link an Edge and an IP node Antal fibrer per kabel för att länka en Edge och en IP-nod
Fcount_Core_IP	FO	192	Number of fibres per cable for inter-IP nodes links Antal fibrer per kabel för att länka IP noder med varandra
Spare_FinalDrop	FO	1	Number of fiber per Dwellings in Final Drop Antal fiber per bostad på sista biten
Spare_Distr	FO	1,25	Number of fiber per Dwelling in distribution Antal fiber per bostad i distributionsnätet
FbCoreUGCurvature	FO	0,005	Curvature factor[20] mark-up for Core Cables in sub-ducts Faktor för kurvatur i kablar för corenätet i mikrokanalisation
FbDistrUGCurvature	FO	0,005	Curvature factor mark-up for distribution Cables in sub-ducts Påslag för kurvatur på distributionskablar i mikrokanalisation

[20] Påslag för att ta hänsyn till det faktum att kablarna blir böjda i mikrorör och inte följer en rak linje

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
FbFinalDropUGCurvature	FO	0,01	Curvature factor mark-up for Final drop Cables in sub-ducts Påslag för kurvaturfaktorn för kablar på sista biten som läggs i mikrokanalisation
FbSurplusUGNTP	m	1,5	Cable Surplus at NTP Kabelöverskott vid användar-/fastighetsnod (NTP)
FbSurplusUGFOS	m	1	Cable surplus at FOS Kabelöverskott på fiberoptisk spridningspunkt (FOS)
FbSurplusUGJoint	m	1,5	Cable Surplus at joints Kabelöverskott vid skarvar
FbSurplusUGUTO	m	2	Cable surplus at the access node Kabelöverskott vid accessnod
LinesperFinalDropTreshold	FO	3	Threshold in term of number of fibres per cable to pass from subduct to Large subduct for the final drop Gränsvärde för antal fibrer per kabel för att gå från mikrokanalisation till större kanalisation sista biten
ShareSubmarine10	FO	0,2	Share of submarine if demand is less than 10 lines Andel sjökabel om efterfrågan är mindre än 10 anslutningar
ShareSubmarine20	FO	0,8	Share of submarine if demand is less than 20 lines Andel sjökabel om efterfrågan är mindre än 20 anslutningar
ShareSubmarine40	FO	1	Share of submarine if demand is less than 40 lines Andel sjökabel om efterfrågan är mindre än 40 anslutningar
ShareSubmarine80	FO	0,8	Share of submarine if demand is less than 80 lines Andel sjökabel om efterfrågan är mindre än 80 anslutningar
ShareSubmarine150	FO	0,5	Share of submarine if demand is less than 150 lines Andel sjökabel om efterfrågan är mindre än 150 anslutningar
Submarine_Landings	FO	2	Number of Submarine Landings station for each submarine link Antal landningspunkter per sjökabel

ID	Enhet	Parameter värde	Beskrivning
MW_Stations	FO	2	Number of MW stations for each microwave link Antal markanslutningar per mikrovågslänk
ShareSubmarineMAX	FO	1	Share of Submarine if demand is above 120 lines Andel sjökabel om efterfrågan överstiger 120 anslutningar
AverageToMaxFinalDropSurface	FO	0,6	Weighting to get the average size in mm2 of the final drop duct Viktning för att få medelstorleken i mm² på den sista biten
Treshold_MW	m	30000	Distance threshold to pass from microwave to submarine links for core network Gränsvärde för avstånd för att gå från mikrovågslänk till sjökabel för corenät

Källa: TERA Consultants

Tabell 24 - ”SOURCE_INVENTORY_FIBRE”-tabellen

ID	F	Diameter	Längd	Beskrivning
Fb0002	2	5	2000	2F fibre cable parameters 2 fibrer per kabel
Fb0004	4	5,6	2000	4F fibre cable parameters 4 fibrer per kabel
Fb0008	8	7,9	2000	8F fibre cable parameters 8 fibrer per kabel
Fb0012	12	8,1	2000	12F fibre cable parameters 12 fibrer per kabel
Fb0024	24	10	6000	24F fibre cable parameters 24 fibrer per kabel
Fb0048	48	10	6000	48F fibre cable parameters 48 fibrer per kabel
Fb0096	96	10	6000	96F fibre cable parameters 96 fibrer per kabel
Fb0192	192	13,4	6000	192F fibre cable parameters 192 fibrer per kabel

Källa: TERA Consultants

6.3 Beräkningar

6.3.1 Dimensionering på byggnadsnivån

6.3.1.1. Översikt

I det följande beskrivs alla regler och antaganden som används för att dimensionera accessnätet på byggnadsnivån.

Antalet utrustningar som tilldelas en viss byggnad beror på antalet bostäder i byggnaden, hur segmentet ser ut (minsta och största horisontella längd, antal byggnader, storsida och lillsida, etc.), tekniska principer, de utrustningar som finns att välja mellan, samt modellparametrarna. Detta beräknas i VBA rutinen ”Dimensioning at the building level”, baserat på grunddata för byggnaden som erhållits från ”SOURCE BUILDING” och andra tabeller genom Access SQL förfrågningar. Resultatet av ”Dimensioning at the building level” skapar tabellen ”PROCESS BUILDING MODELLING”.

Tabell 25 - Beskrivning av ”PROCESS BUILDING MODELLING”-tabellen

Fält	Beskrivning	Hur fylls det i?
ID_BUILDING	ID of the building Identitet på byggnad	Query Fråga
ID_SECTION	ID of the section on which the building is located Identitet på segmentet där byggnaden ligger	Query
HORIZONTAL_LENGTH	Horizontal length, from the beginning of the section (considered as the side coming from the access node) to the building Horisontella längden, från början av segmentet (betraktat från den sida som kommer från accessnoden) fram till byggnad	Query
VERTICAL_LENGTH	Vertical length, from the road boundary to the building Vertikal längd, från väg till byggnad	Query
NB_DWELLINGS_BUILDING	Number of Dwellings at the building level Antal bostäder per byggnad	Query
NB_LINES	Number of passed lines at the building level (workplaces are counted twice compared to households) Antal anslutningar i byggnad (arbetsplatser tilldelas 2 och bostadslägenhet 1)	Query
NB_DWELLINGS_TOTAL	Number of Dwellings at the section level (workplaces are counted twice compared to households) Antal bostäder/arbetsställen i segment (arbetsplatser tilldelas 2 och bostadslägenhet 1)	Query
NB_DWELLINGS_MINOR	Number of dwellings on the minor side of the section on which the building is located	Query

Fält	Beskrivning	Hur fylls det i?
	(workplaces are counted twice compared to households) Antal bostäder/arbetsställen på lillsida i segment (arbetsplatser tilldelas 2 och bostadslägenhet 1)	
NB_BUILDING	Number of buildings along the section Antal byggnader I segmentet	Query
NB_BUILDING_MINOR	Number of buildings on the minor side of the section Antal byggnader på lillsidan i segmentet	Query
MINOR_SIDE	Is the building on Minor Side of the Road ("YES" or "NO") Ligger byggnaden på lillsidan av vägen (ja eller nej)	Query
ROADWIDTH	Width of the road of the section on which the building is located Bredd på väg i segmentet där byggnaden ligger	Query
URBAN	Is the building in an Urban area ("YES" or "NO") Ligger byggnaden i tätort (ja eller nej)	Query
HORIZONTAL_LENGTH_MAX_MINOR	On the minor side, maximum horizontal length on the section (from the beginning of the section to the last building) Maximalt horisontell längd på segmentet (från början av segmentet till sista byggnaden) på lillsidan	Query
HORIZONTAL_LENGTH_MIN_MINOR	On the minor side, minimum horizontal length on the section (from the beginning of the section to the first building) Minimum horisontell längd av segmentet (från början av segmentet till första byggnad) på lillsidan,	Query
HORIZONTAL_LENGTH_MAX_MAJOR	On the major side, maximum horizontal length on the section (from the beginning of the section to the last building) Maximalt horisontell längd på segmentet (från början av segmentet till sista byggnaden) på storsidan	Query
HORIZONTAL_LENGTH_MIN_MAJOR	On the major side, minimum horizontal length on the section (from the beginning of the section to the first building) Minimum horisontell längd på segmentet (från början av segmentet till första byggnad) på storsidan,	Query
ONE_TRENCH	Is the section trenched once (Yes) or twice (No) Har segmentet schaktas en (ja) eller två gånger (nej)	VBA
FINALDROP_FCOUNT	Size of final drop fibre cables dedicated to the building Storlek på fiberkabel avsedd för byggnad på sista biten	VBA
FINALDROP_UG_CABLE_LENGTH	Length of final drop fibre cables dedicated to the building	VBA

Fält	Beskrivning	Hur fylls det i?
	Längd på fiberkabel till byggnad i sista biten	
FOS_MINOR	Number of FOS on the minor side Antal FOS på lillsidan	VBA
FOS_MAJOR	Number of FOS on the major side Antal FOS på storsidan	VBA
DUCT_LENGTH	Length of final drop ducts dedicated to the building Längd på kanalisation till byggnad på sista biten	VBA
SUBDUCT_LENGTH	Length of final drop subducts dedicated to the building Längd på mikrokanalisation till byggnad sista biten	VBA
FINALDROP_TRENCH	Length of the final drop trench dedicated to a building Längd på schakt till byggnad i sista biten	VBA
MDU_SIZE	Size of the BDF Storlek på BDF (Building Distribution Frame)	VBA
LEAF	Is the section a leaf of the network (YES) Är segmentet ensamliggande i nätet (ja)	VBA

Källa: TERA Consultants

Access SQL förfrågan ”FILL PROCESS BUILDING MODELLING” aggregerar all byggnadsinformation på segmentnivå genom att använda förfrågningar enligt tabellen nedan:

Tabell 26 - Beskrivning av ”FILL PROCESS BUILDING MODELLING”-förfrågan

Förfrågan	Beskrivning
SELECT NB BUILDING	Gives the number of buildings per section Ger antal byggnader per segment
SELECT NB DWELLINGS PER SECTION	Gives the number of dwellings (passed lines) per section Ger antalet bostäder/arbetsställen förbindelser per segment
SELECT NB BUILD MINOR SIDE	Gives the number of buildings on the minor side Ger antalet byggnader på lillsidan
SELECT NB DWELLINGS ON MINOR SIDE	Gives the number of dwellings on the minor side Ger antalet bostäder/arbetsställen på lillsidan
SELECT EXTR HORIZONTAL LENGTH MAJOR	Gives the building horizontal length max and min for the major side Ger den maximala och minimala horisontella längden på storsidan för byggnad
SELECT EXTR HORIZONTAL LENGTH MINOR	Gives the building horizontal length max and min for the minor side

Förfrågan	Beskrivning
	Ger den maximala och minimala horisontella längden på lillsidan för byggnad
SOURCE SECTION MINOR	Identifies what side (left or right) is minor for the section Identifierar vilken sida (vänster eller höger) som är lillsida i segmentet
PROCESS NETWORK LEAVES	Identifies if a section is a leaf of the network (last section of a path from the UTO) Identifierar ifall ett segment är ensamliggande i nätet (sista segment på sträckning från UTO)

Källa: TERA Consultants

6.3.1.2. Storsidan och lillsidan

De utrustningar som tilldelas en viss byggnad (t.ex. längden på sista biten-kabeln) beror på var FOS är belägen, framförallt vilken sida av segmentet som de placerats på.

Schakt kan förläggas på två sätt, antingen på ena sidan eller på båda sidorna, i enlighet med figur 35.

VBA-funktionen ”IsSectionOne Trench()” beräknar huruvida segmentet bara schaktas på storsidan eller på båda sidorna. Detta sker genom att jämföra schaktlängden för de båda fallen:

Om

$$\#byggnader_{lillsidan} \times vägbredd \times schaktmultiplikator$$

är större än

$$byggnadslängd_{lillsidan} \times vägbredd \times schaktmultiplikator$$

där

$byggnadslängd_{lillsidan}$ motsvarar avståndet mellan första och sista byggnad på lillsidan, så är det kostnadseffektivt att schakta på båda sidor av segmentet. $schaktmultiplikator$ motsvarar ett ratio mellan schaktlängden på stor- och lillsidan och parametervärdet uppgår till 1,8x. Som beskrivs i modellreferensdokumentet antas kostnaderna vara optimerade då avstånden är optimerade, dvs. då kablar följer kortaste vägen mellan segmentets ändpunkter.

6.3.1.3. FOS

I enlighet med de tekniska principer som redovisas i avsnitt 5.2.2.1 erhålls antalet FOS genom att:

- Avrunda antalet anslutningar i segmentet uppåt och dividera med standarddimensionen för FOS (48 anslutningar) om antalet anslutningar överstiger den mindre FOS dimensionens fyllnadsgrad.
- Annars delas andelen anslutningar med den mindre FOS dimensionens (16 anslutningar) fyllnadsgrad.

Antalet FOS i segmentet beräknas genom VBA funktionerna GetFOSMajor() och den mellanliggande funktionen GetNbFOSperUGsidewalk() i modulen FOS.

FOS fördelas därefter enhetligt mellan första och sista byggnad längs segmentet.

Avståndet mellan första och sista byggnad delas således in i FOS-områden, byggnader tilldelas ett FOS-område i enlighet med deras horisontella läge, och ansluts sedan via områdets centralt placerade FOS.

Placering av den FOS som ansluter en viss byggnad beräknas med VBA-funktionen GetFOSUGOneTrenchCableDist() i modulen ”Fibre Cables”.

6.3.1.4. Kablar för sista biten

Eftersom varje bostad har en egen sista biten-fiber är antalet fibrer per byggnad lika med antalet bostäder och arbetsställen, men med hänsyn till designregler.

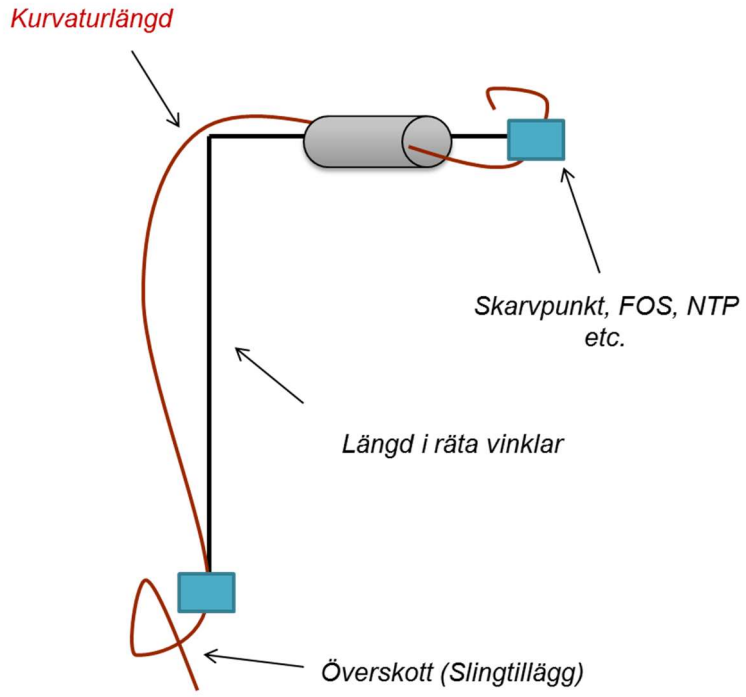
Kabellängden bestäms av avståndet till FOS, kabellängd längs segmentet, kabellängd ortogonalt till segmentet, och huruvida det finns ett eller två schakt.

Kabellängden för sista biten för varje bostad är alltså summan av:

- Den vertikala längden: längden från byggnad till väg + vägbredden när vägen har ett dike och byggnaden ligger på lillsidan.
- Den horisontella längden: Den horisontella längden (position på segmentet) för byggnaden – den horisontella längden (position på segmentet) för den FOS som ansluter byggnaden.

Därutöver tillämpas en ”slingfaktor” som ett tillägg för att beakta kabelns kurvatur och de slingor som lämnas i kabelns båda ändar.

Figur 39 - Kurvatur- och slingtillägg på kabelns längd



Källa: TERA Consultants

Dessa längder beräknas i GetfinalDropCableLength(). I modellen finns inga skarvar mellan användar-/fastighetsnod och FOS.

6.3.1.5. Kanalisation och mikrokanalisation

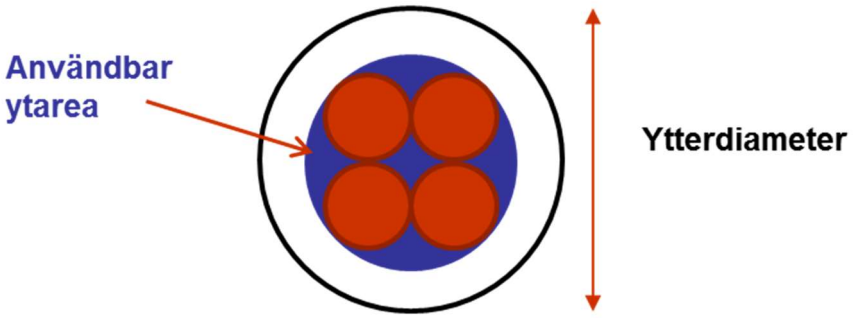
Varje byggnad har egen kanalisation som läggs längs vägkant för den horisontella delen av sträckningen från byggnad till FOS, vilket innebär att kanalisation kan delas mellan flera bostäder i byggnad.

Varje fiberkabel är skyddad med egen mikrokanalisation.

Kanalisation delas på basis av mikrokanalisationens ytarea:

$$\#kanalisation = \left\lceil \frac{Total\ ytarea}{Användbar\ ytarea} \right\rceil = \left\lceil \frac{Total\ ytarea}{Ytarea * (1 - Ineffektivitetsfaktor)} \right\rceil$$

Figur 40 - Kanalisationsfyllnad



Källa: TERA Consultants

Ineffektivitetsfaktorn är den del av ytarean som inte kan fyllas när flera mikrokanalisationer används (som framgår av 5.2.4.3).

Antalet kanalisationsrör per byggnad beräknas i GetNb_Ducts32_Building().

Kanalisationslängden baseras på kabellängden per bostad utan slingfaktor och beräknas i GetFinalDropDuctLength().

Mikrokanalisationens längd beräknas i funktionen GetFinalDropSubductLength().

6.3.1.6. Schakt

Varje byggnad har ett eget schakt för den vertikala delen. På den horisontella delen delas schaktet med distributions- och corenät, och beräknas inom ”Dimensioning at the section level” med användning av medeltal för segmentet istället för byggnadsspecifika data.

Det egna dikets längd baseras på den vertikala längden och beräknas i GetBuildingTrenchLength().

6.3.2 Dimensionering på segmentsnivå

6.3.2.1. Översikt

I det följande beskrivs de regler och antaganden som används för att dimensionera accessnätet på segmentsnivå.

De utrustningar som tillhör segmentet beräknas i VBA rutinen ”Dimensioning at the section level”, utifrån:

- Efterfrågan i distributionsnätet som beräknats genom en förfrågan.

- Hur segmentet schaktas (ena eller båda sidor), som beräknats i VBA-rutinen ”Dimensioning at the building level”.
- Hur många FOS som behövs för segmentet, som också beräknats i VBA-rutinen ”Dimensioning at the building level”.

Fastställandet av antal utrustningar beror på de tekniska principerna, de utrustningar som finns att tillgå och modellens parametrar.

Beräkningsresultatet genererar tabellen ”PROCESS SECTION MODELLING”, baserat på grunddata för segmentet som erhållits från ”SOURCE SECTIONS”, beräkningsresultat på byggnadsnivån från ”PROCESS BUILDING MODELLING” och andra tabeller genom ACCESS SQL förfrågningar.

Tabell 27 - Beskrivning av ”PROCESS SECTION MODELLING”-tabellen

Fält	Beskrivning	Hur
ID_SECTION	ID of the section Identitet för segmentet	Query Fråga
LENGTH	Length of the section Längd på segment	Query
ROADWIDTH	Width of the road Bredd på väg	Query
ROAD_TYPE	Type of road Typ av väg	Query
NB_DWELLINGs	Nb of dwellings belonging to the section Antal bostäder/arbetsställen i segmentet	Query
NB_BUILDING	Nb of buildings belonging to the section Antal byggnader i segmentet	Query
URBAN	Urban or rural Tätort eller utanför tätort	Query
NB_SDU	Nb of SDU on the section Antal enfamiljshus (SDU) i segmentet	Query
NB_SDU_MINOR	Nb of SDU on the minor side Antal enfamiljshus (SDU) på lillsidan	Query
NB_DWELLING_MINOR	Nb of dwellings on the minor side Antal bostäder/arbetsställen på lillsidan	Query
NB_SDU_DISTR	Nb of SDU distributed (minor, major and rear) Antal enfamiljshus (SDU) som är etablerade (på lillsidan, storsidan och bakomliggande)	Query
NB_DWELLING_DISTR	Nb of dwellings distributed (minor, major and rear, copper network) Antal bostäder/arbetsplatser etablerade (på lillsidan, storsidan, bakomliggande, kopparnätet)	Query
HORIZONTAL_LENGTH_MAX	Length to the last building of the sections Avstånd till byggnad som ligger längst bort i segmentet	Query

Fält	Beskrivning	Hur
BUILDING_LENGTH_MINOR	Length between extreme buildings on the minor side Avstånd mellan byggnader som ligger mest åtskilda på lillsidan	Query
TWO_TRENCHES	Whether the section is trenched on the major side ("False") or on both sides ("True") Ifall segmentet schaktas på storsidan (falskt) eller på båda sidor (sant)	Query
LEAF	If the section is a Leaf of the network (YES) Om segmentet är ensamliggande i nätet (ja)	Query
FOS_MINOR	Number of FOS on the minor side (underground) Antal FOS på lillsidan	Query
FOS_MAJOR	Number of FOS on the major side (underground) Antal FOS på storsidan	Query
CORE_COMMON	Number of cables for the core ACCESS NODE-METRO network sharing the civil engineering with the access network Antal kablar för core ACCESS NODE-METRO-nätet som samutnyttjar infrastruktur med accessnätet	Query
CORE_METRO	Number of cables for the core METRO-EDGE network sharing the civil engineering with the access network Antal kablar för core METRO-EDGE-nätet som samutnyttjar infrastruktur med accessnätet	Query
CORE_EDGE	Number of cables for the core EDGE-IP network sharing the civil engineering with the access network Antal kablar för core EDGE-IP nätet som samutnyttjar infrastruktur med accessnätet	Query
CORE_IP	Number of cables for the core inter-IP network sharing the civil engineering with the access network Antal kablar för core inter-IP nät som samutnyttjar infrastruktur med accessnätet	Query
LENGTH_SUBDUCTS_CORE_COMMON	Length of the subducts dedicated to the Core ACCESS NODE-Metro network Längd på mikrokanalisation avsedd för Core Access nod -Metro-nätet	Query
LENGTH_SUBDUCTS_CORE_METRO	Length of the subducts dedicated to the Core METRO-EDGE network Längd på mikrokanalisation avsedd för Core-Metro-Edge-nätet	Query
LENGTH_SUBDUCTS_CORE_EDGE	Length of the subducts dedicated to the Core EDGE-IP network Längd på mikrokanalisation avsedd för Core-Edge-IP-nätet	Query

Fält	Beskrivning	Hur
LENGTH_SUBDUCTS_CORE_IP	Length of the subducts dedicated to the Core inter-IP network Längd på mikrokanalisation avsedd för Core intra-IP-nätet	Query
FCOUNT_UG_DISTR_MAJOR	Number of distribution fibres for the major side of the section Antal distributionsfibrer på storsidan i segment	VBA
FCOUNT_UG_DISTR_MINOR	Number of distribution fibres for the minor side of section Antal distributionsfibrer på lillsidan i segment	VBA
LENGTH_UG_DISTR_MAJOR	Length of the distribution cable on the major side Längd på distributionskabel på storsidan	VBA
LENGTH_UG_DISTR_MINOR	Length of the distribution cable on the minor side Längd på distributionskabel på lillsidan	VBA
JOINTS_UG_DISTR_MINOR	Number of joints for the distribution on the minor side Antal skarvningar på distribution på lillsidan	VBA
JOINTS_UG_DISTR_MAJOR	Number of joints for the distribution on the major side Antal skarvningar på distribution på storsidan	VBA
SIZE_TRENCH_MINOR	Number of ducts in the minor trench Antal kanalisation på lillsidans schakt	VBA
LENGTH_TRENCH_MINOR_FINALDROP	Length of the minor trench (allocated to final drop) Längd på schakt på lillsidan avsedd för sista biten	VBA
LENGTH_TRENCH_MINOR_DISTR	Length of the minor trench (allocated to distribution) Längd på schakt på lillsidan avsedd för distribution	VBA
SIZE_TRENCH_CROSS	Size of ducts in the crossroad trench Storlek på schakt som korsar väg	VBA
LENGTH_TRENCH_CROSS_DISTR	Length of the crossroad trench (fully allocated to distribution) Längd på schakt som korsar väg, avsedd för distribution	VBA
SIZE_TRENCH_MAJOR	Number of ducts in the major trench Antal kanalisation i schakt på storsidan	VBA
LENGTH_TRENCH_MAJOR_FINALDROP	Length of the major trench (allocated to final drop) Längd på schakt på storsida avsedd för sista biten	VBA
LENGTH_TRENCH_MAJOR_DISTR	Length of the major trench (allocated to distribution) Längd på schakt på storsida avsedd för distribution	VBA

Fält	Beskrivning	Hur
LENGTH_TRENCH_MAJOR_CORE_COMMON	Length of the major trench (allocated to Core-Access node) Längd på schakt på storsidan avsedd för core access nod	VBA
LENGTH_TRENCH_MAJOR_CORE_METRO	Length of the major trench (allocated to core Core-Metro) Längd på schakt på storsida avsedd för core-metro	VBA
LENGTH_TRENCH_MAJOR_CORE_EDGE	Length of the major trench (allocated to core edge) Längd på schakt på storsida avsedd för core edge	VBA
LENGTH_TRENCH_MAJOR_CORE_IP	Length of the major trench (allocated to core IP) Längd på schakt på storsida avsedd för core IP	VBA
LENGTH_DUCTS_FINALDROP	Length of the ducts allocated to the final drop Längd på kanalisation avsedd för sista biten	VBA
LENGTH_DUCTS_DISTR	Length of the ducts allocated to the distribution (major + cross + minor) Längd på kanalisation avsedd för distribution (storsida, korsande, lillsida)	VBA
LENGTH_DUCTS_CORE_COMMON	Length of the ducts allocated to Core Common Längd på kanalisation avsedd för Core allmän	VBA
LENGTH_DUCTS_CORE_METRO	Length of the ducts allocated to core METRO Längd på kanalisation avsedd för core Metro	VBA
LENGTH_DUCTS_CORE_EDGE	Length of the ducts allocated to core EDGE Längd på kanalisation avsedd för core Edge	VBA
LENGTH_DUCTS_CORE_IP	Length of the ducts allocated to core IP Längd på kanalisation avsedd för core IP	VBA
LENGTH_SUBDUCTS_DISTR	Length of the subducts allocated to the distribution (major + cross + minor) Längd på mikrokanalisation avsedd för distribution (storsida, lillsida och korsande över väg)	VBA
MANHOLES_MINOR_DISTR	Number of manholes on the minor side (fully allocated to distribution) Antal brunnar på lillsidan avsedd för distribution	VBA
MANHOLES_MAJOR_DISTR	Number of manholes on the major side (allocated to distribution) Antal brunnar på storsidan avsedd för distribution	VBA
MANHOLES_MAJOR_FINALDROP	Number of manholes on the major side (allocated to the final drop) Antal brunnar på storsidan avsedd för sista biten	VBA
MANHOLES_MAJOR_CORE_COMMON	Number of manholes on the major side (allocated to core Access Node-to-Metro network)	VBA

Fält	Beskrivning	Hur
	Antal brunnar på storsidan avsedd för core Access Nod till metronät	
MANHOLES_MAJOR_CORE_METRO	Number of manholes on the major side (allocated to core Metro-to-edge network) Antal brunnar på storsidan avsedd för core metro-till-edgenät	VBA
MANHOLES_MAJOR_CORE_EDGE	Number of manholes on the major side (allocated to core Edge-to-IP network) Antal brunnar på storsida avsedd för core Edge till IP-nät	VBA
MANHOLES_MAJOR_CORE_IP	Number of manholes on the major side (allocated to core inter-IP network) Antal brunnar på storsida avsedd för core intra IP-nät	VBA
JOINTS_CORE_COMMON	Number of joints for the Core Access Node-to-Metro network Antal skarvar på core accessnod till metronät	VBA
JOINTS_CORE_METRO	Number of joints for the Core Metro-to-Edge network Antal skarvar på core metro till edgenät	VBA
JOINTS_CORE_EDGE	Number of joints for the Core Edge-to-IP network Antal skarvar på core edge till IP-nät	VBA
JOINTS_CORE_IP	Number of joints for the Core inter-IP network Antal skarvar på Core inter IP-nät	VBA
FIBRE_CORE_COMMON	Length of fibre for core Access Node-to-Metro network Längd på fiber för core accessnod till metronät	VBA
FIBRE_CORE_METRO	Length of fibre for core Metro-to-Edge network Längd på fiber för core metro-till-edge nät	VBA
FIBRE_CORE_EDGE	Length of fibre for core Edge-to-IP network Längd på fiber för core Edge-till-IP nät	VBA
FIBRE_CORE_IP	Length of fibre for core inter-IP network Längd på fiber för core intra IP-nät	VBA
SUBMARINE_LANDING	Number of Submarine Landing Stations for Submarine Links Antal landningspunkter för sjökabel	VBA
SUBMARINE_CABLE	Length of Submarine Cable Längd på sjökabel	VBA
MW_STATION	Number of MicroWave Stations Antal markanslutningspunkter för mikrovågslänkar	VBA
MW_LENGTH	Distance between to MW stations Avstånd mellan markanslutningspunkter för mikrovågslänkar	VBA

Källa: TERA Consultants

Access SQL förfrågan ”FILL PROCESS SECTION MODELLING" aggregerar all byggnadsinformation på segmentsnivå genom att använda förfrågningar enligt tabellen nedan:

Tabell 28 - Beskrivning av ”FILL PROCESS BUILDING MODELLING”-tabellen

Fält	Beskrivning
SELECT NB DWELLINGS PER SECTION	Gives the number of dwellings (lines passed) per section (local demand) Ger antalet bostäder/arbetsställen per segment (möjliga anslutningar, lokal efterfrågan)
SELECT NB SDU PER SECTION	Gives the number Single Dwelling Units per section Ger antalet enfamiljshus (SDU) per segment
SELECT NB DWELLINGS ON MINOR SIDE	Gives the number of dwellings on the minor side (local demand on minor side) Ger antalet bostäder/arbetsställen på lillsidan (lokal efterfrågan på lillsidan)
SELECT NB SDU ON MINOR SIDE	Gives the number of SDUs on the minor side Ger antalet enfamiljshus (SDU) på lillsidan
SELECT NB DISTR DWELLINGS PER SECTION	Gives the number of dwelling from rear area of the section + the local demand (the total demand) Ger antalet bostäder/arbetsställen på bakomliggande område i segmentet + lokal efterfrågan (total efterfrågan)
SELECT NB DISTR SDU PER SECTION	Gives the number of SDUs from rear area of the section + the local demand Ger antalet bakomliggande enfamiljshus (SDU) i segmentet + lokal efterfrågan
SELECT EXTR HORIZONTAL LENGTH	Gives the building horizontal length max of the section Ger den maximal horisontella längden för segmentet för byggnader
SELECT BUILD LENGTH	Gives the building length form the beginning of the section Ger längden på byggnad från starten på segmentet
SELECT EXISTENCE UTO PER SECTION	Identifies if an access node is in the section Identifierar om segmentet har en accessnod
SELECT BUILDING INFO FROM PROCESS BUILDING MODELLING	Repatriates building info calculated in “PROCESS BUILDING MODELLING” as number of buildings, number of FOS, is the section a leaf, if the section is trenched twice? Hämtar byggnadsinformation beräknad i "PROCESS BUILDING MODELING" som antal byggnader, antal FOS, är segmentet ensamliggande, om segmentet schaktas två gånger?
SELECT CORE NETWORKS PER SECTION	Repatriates main core information from “SOURCE CORE” as the number of links per core level passing through the section

Fält	Beskrivning
	Hämtar information om corenät i segmentet från "SOURCE CORE" som antalet länkar på corenivå som går genom segmentet

Källa: TERA Consultants

6.3.2.2. Val av kabel

6.3.2.2.1. Distributionsnät

Med utgångspunkt från den lokala efterfrågan och huruvida segmentet är schaktat på storsidan eller på båda sidorna, och utifrån det antal fiber som fördelats per enfamiljshus (SDU) och flerfamiljshus (MDU), väljs den minsta kabeltypen som krävs för att hantera den lokala efterfrågan.

$$lokal\ efterfrågan = \left(\#SDU \times \frac{\#Fiber}{SDU} + \#MDU \times \frac{\#Fiber}{MDU}\right) \times (1 + \ddot{o}verkapacitet)$$

Där:

- #SDU/#MDU är antalet lägenheter i enfamiljs/flerfamiljshus
- #Fiber/ SDU (eller MDU) är antalet fiber per byggnad
- Överkapacitet är de reservfibrer som tilldelas förbindelsen i distributionsnätet.

När den lokala efterfrågan överstiger den största tillgängliga kabeln med 192 fiber, tillgodoses efterfrågan med multipler av den största kabeln.

Denna dimensioneringsregel baseras på tillämpad användning i andra länder.

Valet av kabel och antalet kablar beräknas genom VBA-modulen ”Equipment selection” och genom VBA-funktionen GetDistrUGNbCablesMajor() och motsvarande funktioner för lillsidan.

6.3.2.2.2. Corenät

Det antas att Core-Accessnod och Core-METRO förbindelser alltid använder kablar med 24 fiber, och Core-Edge och Core-IP förbindelser använder kablar med 192 fiber, som medger upp till tolv länkar i en kabel om de passerar samma segment (för Core-IP skiljer man på IP-blå, IP-röd och IP).

6.3.2.3. Kabellängd

6.3.2.3.1. Distributionsnät

Distributionskablarna är placerade på storsidan, och även på lillsidan ifall båda sidor har schaktas.

6.3.2.3.2. Storsidan

När väl antalet kablar bestämts beror kabellängden på segmentets längd, var byggnaderna är placerade längs segmentet, samt ifall det finns ett efterföljande segment. Finns det inget efterföljande segment anläggs distributionskabeln från segmentets början till där den sista byggnaden är placerad, vilken blir ”Horizontal_Length_Max” lång.

När det finns ett efterföljande segment anläggs distributionskabeln från segmentets början till dess slut, vilken blir ”Length” lång.

Efterföljande segment mäts genom skillnaden mellan distributionsefterfrågan (”Nb_Dwelling_Distr”) och bostäderna längs segmentet (”Nb_Dwellings”). Om Nb_Dwelling_Distr > Nb_Dwellings finns det ett efterföljande segment.

Längden multipliceras sedan med antalet kablar samt en ”slingfaktor”.
Dessa beräkningar görs i VBA-funktionerna GetDistrMajorUGCableNominalLengthperCable(), GetDistrMajorUGCableNominalLength() och GetDistrMajorUGCableLength().

6.3.2.3.3. Lillsidan

När ett segment är schaktat på båda sidor finns det en distributionskabel även på lillsidan.

$$kabellängd_{lillsidan} = vägbredd + byggnadslängd_{lillsidan}$$

där $byggnadslängd_{lillsidan}$ utgörs av avståndet mellan den första och sista byggnaden på lillsidan.

Längden multipliceras sedan med antalet kablar och med en ”slingfaktor”. Den nominella längden är lika med den raka vägen utan kurvatur- och slingtillägg.

Dessa beräkningar görs i VBA-funktionerna GetDistrMinorUGCableNominalLengthperCable(), GetDistrMinorUGCableNominalLength() och GetDistrMinorUGCableLength() and motsvarande funktioner för fiber.

6.3.2.3.4. Corenät

Om en corelänk löper genom ett segment antas att det alltid löper från segmentets början till dess slut, dvs. är ”Length” lång. Längden multipliceras sedan med antalet kablar och en ”slingfaktor”.

Dessa beräkningar görs i VBA-funktionen GetCoreFibre().

6.3.2.4. Antal skarvar

6.3.2.4.1. Distributionsnät

I enlighet med avsnitt 5.2.3 beror antalet skarvar på kabelns längd (per kabel), trumlängden för den kabel som används, andra utrustningar som kan användas för skarvning och om det finns ett efterföljande segment.

Det antas också att det finns minst en skarv där storsidan korsas.

Antalet skarvar på lillsidan beräknas med VBA-funktionerna GetDistrUGJointsMinor () och GetDistrUGJointsMinor().

6.3.2.4.2. Corenät

Antalet skarvar i corenätet beräknas på ett motsvarande sätt som för distributionsnätet. Utfallet beror på kabelns längd och på vilken kabel som används (24 eller 192 fibrer).

Beräkningen görs i VBA-funktionen GetCoreJoints().

6.3.2.5. Schakt och kanalisation

6.3.2.5.1. Längd på schakt och kanalisation

Om det finns en lillsida avdelas ett kanalisationsrör till lillsidans distributionskabel, som korsar väg och löper längs lillsidan.

Det antas att de olika delarna av corenätet delar kanalisationsrör.

Det bör noteras att sista biten-schakt redan är dimensionerade i VBA-rutinen ”Dimensioning at the building level”.

Följaktligen dimensioneras tre sorters kanalisation. Schaktning delas dock mellan:

- sista biten – den del av sista biten som löper i den horisontella delen,
- distributionsnät, och
- corenät, och allokeras baserat på kanalisationsrörens ytarea.

På storsidan är schakt och kanalisationsrör lika långa som den längsta kabeln i segmentet. Om det finns en corenätskabel är schakt och kanalisationsrör lika långa som segmentet, även om distributionskabeln slutar vid segmentets sista byggnad.

Schakt allokeras beroende på hur kanalisationsrörets ytarea fördelas på sista biten, distributionsnät och corenät.

6.3.2.5.2. Fördelningsnycklar

Schakt på stor- och lillsida allokeras baserat på kanalisationsrörens ytarea.

Den schaktlängd som fördelas till sista biten är (på stor- och lillsida) andelen genomsnittlig ytarea för sista bitens kanalisationsrör i förhållande till antalet kanalisationsrör $Storlek_{Schaktning}$, lill eller stor.

Fördelningsnyckeln för ett av corenäten är den sammanslagna andelen:

$$\frac{\#\ kablar_i}{\#kablar_n} \times \frac{\#kanalisationsrör_{Core}}{Storlek_{Schaktning}}$$

Där:

- $\#\ kablar_i$ är antalet kablar för en av corelänkarna
- $\#kablar_n$ är totala antalet kablar för alla corelänkar som löper genom segmentet
- $\#kanalisationsrör_{Core}$ är antalet kanalisationsrör som avdelats för corenätet
- $Storlek_{Schaktning}$ är antalet kanalisationsrör i diket

Den schaktlängd som fördelas till varje nätnivå är produkten av schaktlängden multiplicerad med fördelningsnyckeln.

Fördelningsnycklarna beräknas i VBA-modulen ”Allocations”.

Graden av samförläggning mellan core- och accessnät är summerad i *Geoaccessmodellen* (MS Access) i frågefunktionen ”STAT TRENCH AT THE NODE LEVEL”, som ger samförläggningsgraden mellan näten på accessnodsnivå. Den kan också beräknas på segmentsnivå då den totala schaktlängden som allokerats till respektive nät summeras i tabellen ”PROCESS SECTION MODELLING”. Den totala samförläggningsgraden för scenariot med reducerad nätutbredning (85 procent) har summerats i tabell 26.

Tabell 29 – Uppgifter om samförläggning mellan nät

Total schakt-längd	% av Core schakt utan samförläggning	% av Access schakt utan samförläggning	% schakt med samförläggning	*av vilket allokeras till Core*	*av vilket allokeras till Access*
104 059km	35%	55%	10%	45%	55%

Källa: *Geoaccessmodellen* (MS Access), MS Access query STAT TRENCH AT THE NODE LEVEL

6.3.2.5.3. Kanalisationsrör

För distributions- och corenätet används 32 mm kanalisationsrör. Kanalisationsrörens längd erhålls genom att multiplicera resultaten av dikesberäkningarna, t.ex. för distributionsnätet:

$$Längd^{distr}_{kanalisationsrör} = Längd^{distr}_{Schaktning} \times Storlek_{Schaktnin}$$

Där:

- $Längd^{distr}_{kanalisationsrör}$ är längden på de kanalisationsrör som fördelats till distributionsnätet
- $Längd^{distr}_{Schaktning}$ är längden på de schakt som fördelats till distributionsnätet
- $Storlek_{Schaktnin}$ är antalet kanalisationsrör i diket

Kanalisationsrörens längd beräknas i VBA-rutinen ”Dimensioning at the section level”. Mikrokanalisation fördelas till distributionsnät och corenät med en mikrokanalisation per kabel. Mikrokanalisationens längd beräknas genom VBA-funktionerna GetSubductLength() och GetLengthDistrSubduct().

6.3.2.6. Brunnar

6.3.2.6.1. Dimensionering

Antalet brunnar beror av antalet brunnar per kabel i distributions- och corenät. På varje nätnivå bestäms behovet av brunnar av antalet brunnar per kabel. T.ex. erhålls behovet av brunnar i distribution av:

$$\frac{\#FOS + \#skarvar}{\#kablar}$$

Det antas att all utrustning för varje kabel är samlokaliserad, så det totala behovet av brunnar för varje sida av segmentet är det maximala behovet per nätnivå. Antalet brunnar är beräknat med beaktande av det maximalt tillåtna avståndet mellan brunnar beroende på skadliga sträckningskrafter och behovet av brunnar. Denna beräkning görs i VBA-funktionerna GetManholesMinor(), GetManholesMajor().

6.3.2.6.2. Fördelningsnycklar

Kostnadsfördelningen för brunnar görs på samma sätt som för schakt.

Det fördelade antalet brunnar redovisas i beräkningsresultaten för ”Dimensioning at the section level”

6.4 Beräkningsresultat

6.4.1 Struktur på utdata

Beräkningsresultaten för *Geoaccessmodellen* (MS Access) redovisas i form av en inventarietabell, som sammanställs för respektive site.

Tabell 30 - Beskrivning av resultattabellen

Fält	Beskrivning
D-ODF	Requested size of ODF (fibre count) Efterfrågad storlek på ODF, antal fiber
F-Fb0002	Length of final drop 2 F cables (in meters) Längd i meter för sista biten med 2 fibrer
F-Fb0004	Length of final drop 4 F cables (in meters)
F-Fb0008	Length of final drop 8 F cables (in meters)
F-Fb0012	Length of final drop 12 F cables (in meters)
F-Fb0024	Length of final drop 24 F cables (in meters)
F-Fb0048	Length of final drop 48 F cables (in meters)
F-Fb0096	Length of final drop 96 F cables (in meters)
F-Fb0192	Length of final drop 192 F cables (in meters)
D-Fb0002	Length of distribution 2 F cables (in meters) Längd i meter för distributionsnätet med 2 fibrer
D-Fb0004	Length of distribution 4 F cables (in meters)
D-Fb0008	Length of distribution 8 F cables (in meters)
D-Fb0012	Length of distribution 12 F cables (in meters)
D-Fb0024	Length of distribution 24 F cables (in meters)
D-Fb0048	Length of distribution 48 F cables (in meters)
D-Fb0096	Length of distribution 96 F cables (in meters)
D-Fb0192	Length of distribution 192 F cables (in meters)
D-Jnt0002	Number of 2 F cable joints Antal skarvningar med 2 fibrer
D-Jnt0004	Number of 4 F cable joints
D-Jnt0008	Number of 8 F cable joints
D-Jnt0012	Number of 12 F cable joints
D-Jnt0024	Number of 24 F cable joints
D-Jnt0048	Number of 48 F cable joints
D-Jnt0096	Number of 96 F cable joints
D-Jnt0192	Number of 192 F cable joints
F_FOS_16	Number of small FOS Antal små fiberoptiska spridningspunkter (FOS)
F_FOS_48	Number of standard FOS Antal standard FOS
F-Duct32	Length of Final drop ducts (in meters) Längd på kanalisation i sista biten
D-Duct32	Length of Distribution ducts (in meters) Längd på kanalisation för distribution

Fält	Beskrivning
C1-Duct32	Length of Core-Access node ducts (in meters) Längd på kanalisation för core-/accessnod (i meter)
C2-Duct32	Length of Core-Metro ducts (in meters) Längd på kanalisation i meter för core-metro (i meter)
C3-Duct32	Length of Core-Edge ducts (in meters) Längd på kanalisation i meter för core–edge (i meter)
C4-Duct32	Length of Core-IP ducts (in meters) Längd på kanalisation i meter för core-IP (i meter)
F-Subduct7-Private	Length of Final drop subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på sista biten, privat mark (i meter)
F-Subduct7-Public	Length of Final drop subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på sista biten, allmän mark (i meter)
F-Subduct14-Private	Length of Final drop subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på sista biten, privat mark (i meter)
F-Subduct14-Public	Length of Final drop subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på sista biten, allmän mark (i meter)
D-Subduct7	Length of Distribution subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på distribution (i meter)
D-Subduct14	Length of Distribution subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation på distribution (i meter)
C1-Subduct14	Length of Core-Access node subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation för core-/accessnod (i meter)
C2-Subduct14	Length of Core-Metro subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation för core-metro (i meter)
C3-Subduct14	Length of Core-Edge subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation för core edge (i meter)
C4-Subduct14	Length of Core-IP subducts (in meters) Längd på mikrokanalisation för core-IP (i meter)
F-Trench_asphalt	Length of Final drop Trench_asphalt (in meters) Längd på schaktning asfalt sista biten (i meter)
F-Trench_urban_Vertical	Vertical length of Final drop Trench_Urban (in meters) Vertikal längd på schaktning sista biten tätort (i meter)
F-Trench_urban_Horizontal	Horizontal length of Final drop Trench_Urban (in meters) Horisontell längd på schaktning sista biten tätort (i meter)
F-Trench_suburban_Vertical	Vertical length of Final drop Trench_Suburban (in meters) Vertikal längd på schaktning sista biten mindre tätort (i meter)
F-Trench_suburban_Horizontal	Horizontal length of Final drop Trench_Suburban (in meters) Horisontell längd på schaktning sista biten mindre tätort (i meter)
F-Trench_rural_Vertical	Vertical length of Final drop Trench_Rural (in meters) Vertikal längd på schaktning sista biten utanför tätort (i meter)
F-Trench_rural_Horizontal	Horizontal length of Final drop Trench_Rural (in meters) Horisontell längd på schaktning sista biten utanför-tätort (i meter)
F-Trench_Private	Length of Final drop Trench_private correspond to the vertical part 'private domain' (in meters) Längd schaktning för den vertikala delen av sista biten, privat mark (väg till hus) (i meter)
D-Trench_asphalt	Length of Distribution Trench_asphalt (in meters) Längd på schaktning asfalt för distribution (i meter)

Fält	Beskrivning
D-Trench_urban	Length of Distribution Trench_Urban (in meters) Längd på schaktning asfalt för distribution tätort (i meter)
D-Trench_suburban	Length of Distribution Trench_Suburban (in meters) Längd på schaktning asfalt för distribution mindre tätort (i meter)
D-Trench_rural	Length of Distribution Trench_Rural (in meters) Längd på schaktning asfalt för distribution utanför tätort (i meter)
C1-Trench_urban	Length of Core-Access node-Trench_Urban (in meters) Längd på schaktning asfalt för core-access tätort (i meter)
C1-Trench_suburban	Length of Core-Access node-Trench_Suburban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-access mindre tätort (i meter)
C1-Trench_rural	Length of Core-Access node-Trench_Rural (in meters) Längd schaktning asfalt för core-access utanför tätort (i meter)
C2-Trench_urban	Length of Core-Metro-Trench_Urban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-access tätort (i meter)
C2-Trench_suburban	Length of Core-Metro-Trench_Suburban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-access mindre tätort (i meter)
C2-Trench_rural	Length of Core-Metro-Trench_Rural (in meters) Längd schaktning asfalt för core-access utanför tätort (i meter)
C3-Trench_urban	Length of Core-Edge-Trench_Urban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-edge tätort (i meter)
C3-Trench_suburban	Length of Core-Edge-Trench_Suburban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-edge mindre tätort (i meter)
C3-Trench_rural	Length of Core-Edge-Trench_Rural (in meters) Längd schaktning asfalt för core-edge utanför tätort (i meter)
C4-Trench_urban	Length of Core-IP-Trench_Urban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-IP tätort (i meter)
C4-Trench_suburban	Length of Core-IP-Trench_Suburban (in meters) Längd schaktning asfalt för core-IP mindre tätort (i meter)
C4-Trench_rural	Length of Core-IP-Trench_Rural (in meters) Längd schaktning asfalt för core-IP utanför tätort (i meter)
F-Manhole	Number of manholes allocated to Final drop Antal brunnar avsedda för sista biten
D-Manhole	Number of manholes allocated to Distribution Antal brunnar avsedda för distribution
C1-Manhole	Number of manholes allocated to Core-Access node Antal brunnar avsedda för core-/accessnod
C2-Manhole	Number of manholes allocated to Core-Metro Antal brunnar avsedda för core-metro
C3-Manhole	Number of manholes allocated to Core-Edge Antal brunnar avsedda för core-edge
C4-Manhole	Number of manholes allocated to Core-IP Antal brunnar avsedda för core-IP
C1-Fb0024	Length of Core-Access node cable (in meters) Längd på core-/accessnod kablar (i meter)
C2-Fb0024	Length of Core-Metro cable (in meters) Längd på core-metro kablar (i meter)
C3-Fb0192	Length of Core-Edge cable (in meters) Längd på core-edge kablar (i meter)

Fält	Beskrivning
C4-Fb0192	Length of Core-IP cable (in meters) Längd på core-IP kablar (i meter)
C1-Jnt0024	Number of Core-Access node cable joint Antal core-/accessnod kabelskarvningar
C2-Jnt0024	Number of Core-Metro cable joint Antal core-metro kabelskarvningar
C3-Jnt0192	Number of Core-Edge cable joint Antal core-edge kabelskarvningar
C4-Jnt0192	Number of Core-IP cable joint Antal core-IP kabelskarvningar
D-SubmarineLength	Distribution submarine length (in meters) Längd på sjökabel för distribution (i meter)
D-LandingStation	Distribution LandingStation Antal landningspunkter för distribution
D-MWLength	Distribution MW length (in meters) Längd på distributionsnät mikrovågslänk (i meter)
D-MWStation	Distribution MW Station Distribution mikrovågslänkstationer
C1-SubmarineLength	Core-Access node –SubmarineLength (in meters) Längd på sjökabel för core-accessnod (i meter)
C2-SubmarineLength	Core-Metro –SubmarineLength (in meters) Längd på sjökabel core-metro (i meter)
C1-LandingStation	Core-Access node –LandingStation Antal landningspunkter för core-/accessnod
C2-LandingStation	Core-Metro –LandingStation Antal landningspunkter core-metro
C1-MWlength	Core-Access node –Mwlength (in meters) Längd på mikrovågslänkar för distribution (i meter)
C1-MWStation	Core-Access node –MWStation Markanslutningspunkter för mikrovågslänkar för distribution
C2-MWLength	Core-Metro –MWLength (in meters) Längd på mikrovågslänkar för distribution (i meter)
C2-MWStation	Core-Metro –MWStation Markanslutningspunkter för mikrovågslänk för distribution
F-SDU	Number of SDU Antal enfamiljshus (SDU)
F-MDU	Number of MDU Antal flerfamiljshus (MDU)
F-Business	Number of workplaces Antal arbetsställen
F-Buildings	Number of buildings Antal byggnader
F-BDF8	Number of 8 Building Distribution Frame Antal fastighetsnoder (BDF) med 8 fibrer
F-BDF12	Number of 12 Building Distribution Frame Antal fastighetsnoder (BDF) med 12 fibrer
F-BDF24	Number of 24 Building Distribution Frame Antal fastighetsnoder (BDF) med 24 fibrer

Fält	Beskrivning
F-BDF48	Number of 48 Building Distribution Frame Antal fastighetsnoder (BDF) med 48 fibrer
Active	Either the number of active lines in the Access node is over the threshold or not Antingen är antalet aktiva anslutningar över Gränsvärdet eller inte

Källa: TERA Consultants

6.4.2 Schakt

För schakt ger beräkningsresultaten i de två tabellerna PROCESS BUILDING och PROCESS SECTION MODELLING storlek och tilldelad längd i meter i 12 poster för varje dike.

Tabell 31 - Delresultat av beräkningar för schakt

Lokalisering av schakt	Storlek	Sista biten	Distri-bution	Core-Allmänna	Core-Metro	Core-Edge	Core-Core
Lillsidan	Storlek	Längd	Längd				
Korsa väg	Storlek		Längd				
Storsidan	Storlek	Längd	Längd	Längd	Längd	Längd	Längd

Källa: TERA Consultants

7 Kostnadsberäkning av accessnätet

Detta kapitel redovisar den metodik som används i *Accessmodellen*. Den beräknar kostnader utifrån de inventarielistor som tas fram i *Geoaccessmodellen* (MS Access).

7.1 Referensdokument och filer

Indatafilen innehåller alla enhetskostnader för accessnätet. Dessa har insamlats från operatörer, Hybridmodellen och relevanta jämförelsedata. Därutöver innehåller den data och parametrar som krävs för att kunna utforma och dimensionera accessnätet.

Alla enhetskostnader används i kalkylbladet [Unit Costs].

Följande tabell visar de huvudsakliga referensfilerna som används för att utforma kalkylmodellens accessnät.

Tabell 32 – Referensfiler för accessnätet

Filnamn	Innehåll	Användning
Hybridmodellen 10.1 (PTS)	Pristrender och livslängder för utrustning, jämförelser med SMP-operatörens prislista, tekniska principer, samförläggning med andra aktörer, som el-, gasnät och vatten och avlopp.	Tekniska principer, routingmatriser, vissa enhetskostnader, pristrender och livslängder för utrustning, nätdelning.
PTS - Estimat baserad på indata från marknaden	Enhetskostnader för fiber- och kopparrelaterad utrustning, tekniska principer	Tekniska principer och enhetskostnader för viss utrustning
Enkät om fibernät och kanalisation (PTS)	PTS jämförelsedata för utrustningspriser från svenska operatörer från ”Enkät om fibernät och kanalisation”, PTS 2010	Enhetskostnader för viss utrustning

7.2 Indata

Accessmodellen förses med indata från fem kalkylblad:

- Import from MS Access
- Import from Demand
- Unit costs of assets
- Routing matrix per services
- Dashboard

7.2.1 Import från Access

Accessmodellen matas med indata från *Geoaccessmodellen* (MS Access), som på grund av begränsningar i filernas storlek delas upp i sex filer där varje fil täcker en del av Sverige.

Dessa sex tabeller aggregeras för att generera en inventarielista, från kablar till schakt, för alla accessnoder.

7.2.2 Enhetskostnader

Utgångspunkten för att fastställa enhetskostnader för utrustningen är data som tillhandahållits av operatörer under datainsamlingen.

Enhetskostnaderna är avsedda att representera nätutbyggnationens totala kostnad för en hypotetiskt effektiv operatör, uppdelat per enhet. Därför representerar enhetskostnaderna kostnader för alla nödvändiga och relevanta aktiviteter för att bygga ut och underhålla nätet på en nationell nivå. Enhetskostnaden bör därför inte bara täcka entreprenörens kostnader för att bygga ut nätet i ett specifikt område utan också inkludera alla kostnader som uppkommit till följd av utbyggnaden inklusive operatörernas personalkostnader för aktiviteter kring upphandling och kvalitetskontroll. Enhetskostnaderna för viss utrustning, som t.ex. aktiv utrustning i corenätet, är förhållandevis enhetliga internationellt sett eftersom det finns en internationell marknad för dessa produkter.

Enhetskostnaderna för viss passiv utrustning, t.ex. kostnaden för kanalisationsrör och kablar, är även de förhållandevis likartade eftersom de är standardprodukter. Men installationskostnader kan variera stort mellan olika länder. Exempel på passiv utrustning är

- kablar
- skarvar
- FOS
- MDF/ODF
- sjökablar och markanslutningar för mikrovågslänkar

Enhetskostnader för dessa utrustningar har därför granskats genom en internationell jämförelse för att kunna bedöma om de enhetskostnader som de svenska operatörerna angett ligger i linje med de som tillämpas i andra länder. Om de av operatörerna angivna enhetskostnaderna verkat orealistiska används enhetskostnader enligt internationell jämförelse.

Ifall svenska operatörer inte angett enhetskostnader för viss utrustning har istället kostnader från Hybridmodellen eller internationell jämförelse använts.

I detta kalkylblad beräknas avskrivningsfaktorn baserat på prisanpassad annuitet i enlighet med princip 42 i modellreferensdokumentet.

$$Avskrivningsfaktor = \frac{(\omega - p) \times (1+p)^{t-1}}{1 - \left(\frac{1+p}{1+\omega}\right)^{n}}$$

Där:

- ω är WACC och p pristrenden för utrustningen
- n är utrustningens livslängd
- $(1+p)^{t-1}$ är index för att beräkna utrustningens pris

Figur 41 - "Unit Cost Asset"-tabellen

Assets	Description	Asset ID	Asset Type	Size	To be reused	Fixed cost	Variable cost	Variable cost parameter	Description of variable cost	Asset life	Price trend	Year of the inputs	Dimensioning unit
				#		SEK or SEK/m	SEK			years	%		unit
NTP/BDF													
1	NTP2	NTP2	ntp	2		1,000.00				10	0.00%	2016	#
2	BDF8	BDF8	bdf	8		5,000.00				10	0.00%	2016	#
3	BDF12	BDF12	bdf	12		5,000.00				10	0.00%	2016	#
4	BDF24	BDF24	bdf	24		7,500.00				10	0.00%	2016	#
5	BDF48	BDF48	bdf	48		10,000.00				10	0.00%	2016	#
Ducts to be rebuilt													
1	110 mm duct		duct			50.00				40	1.96%	2016	m
7	32 mm duct		duct			20.00				40	1.96%	2016	m
Ducts to be reused													
4	110 mm duct		duct			5.63				11.76	1.96%	2018	m
7	32 mm duct		duct			2.25				11.76	1.96%	2018	m
Ducts					To be reused?								
6	110 mm duct	Duct110	duct		VRAI						1.96%		m
7	32 mm duct	Duct32	duct		VRAI						1.96%		m
8	14 mm subduct	Subduct14	duct			10.00				40	1.96%	2016	m
9	10 mm subduct	Subduct10	duct			10.00				40	1.96%	2016	m
10	7 mm subduct	Subduct7	duct			7.50				40	1.96%	2016	m
11	3 mm subduct	Subduct3	duct			7.50				40	1.96%	2016	m
Trenches to be rebuilt (standard)													
	Trench Asphalt (Roadway)					2500.00				40	2.72%	2016	m
	Trench Urban (Footway and bicyle)					1500.00				40	2.72%	2016	m
	Trench Suburban (Greenspace)					493.80				40	2.72%	2016	m
	Trench Rural (Greenspace)					330.00				40	2.72%	2016	m
	Trench Private (Plouhing for final drop)					61.38				40	2.72%	2013	m
Trenches to be rebuilt (micro-trenching)		micro trenching rate											
	Trench Asphalt (Roadway)	25%				450.00				40	2.72%	2016	m
	Trench Urban (Footway and bicyle)	25%				286.20				40	2.72%	2016	m
	Trench Suburban (Greenspace)	25%				97.28				40	2.72%	2016	m
	Trench Rural (Greenspace)	25%				66.53				40	2.72%	2016	m
Trenches to be reused													
	Trench Asphalt (Roadway)					385.72				11.76	2.72%	2018	m
	Trench Urban (Footway and bicyle)					271.43				11.76	2.72%	2018	m
	Trench Suburban (Greenspace)					156.43				11.76	2.72%	2018	m
	Trench Rural (Greenspace)					137.71				11.76	2.72%	2018	m
Trenches					To be reused?								
12	Trench Asphalt (Roadway)	Trench_Asphalt	trench		VRAI						2.72%		m
13	Trench Urban (Footway and bicyle)	Trench_Urban	trench		VRAI						2.72%		m
14	Trench Suburban (Greenspace)	Trench_Suburban	trench		VRAI						2.72%		m
15	Trench Rural (Greenspace)	Trench_Rural	trench		VRAI						2.72%		m
16	Trench private (Plouhing for final drop)	Trench_Micro	trench			61.38				40.00	2.72%	2013	m
Manholes to be rebuilt													
	Average manhole					8,600				40	2.72%	2016	#
Manholes ro be reused													
	Average manhole					982.86				11.76	2.72%	2018	#
Manholes					To be reused?								
17	Average manhole	Manhole	manhole		VRAI						2.72%		#
Submarine Cables													
18	Submarine cables	SubmarineLength	cable			305.00				20	-4.00%	2016	m
19	MW station	MWStation	station			103,950				10	-5.00%	2013	#

Källa: *Accessmodellen*, flik [Unit costs of assets]

Det bör noteras att enhetskostnaden för schakt i mindre tätort är beräknad på en blandning av två geotyper:

Antingen "cykelvägs"-geotypen (som används för schakt i tätort) i områden med flerbostadshus,

eller ”gräs”-geotypen (som används för schakt utanför tätort) i områden med enbostadshus.

Blandningen av de två sätts av en parameter i kalkylbladet ”Dashboard” till 14 procent och grundas på statistiska beräkningar i *Geoaccessmodellen* (MS Access) med query ”STAT MDU/SDU AREAS MIX”.

Beräkningen för schaktning, kanalisation och brunnar är baserad på olika parametrar för antingen återanvändning och för nyanläggning, och den lägsta kostnaden av de två alternativen ligger till grund för valet (check performed in Column I). Modellen jämför den vägda enhetskostnaden för återanvändning, nybyggnation och microtrenching mot den vägda enhetskostnaden för microtrenching samt nybyggnation på årsbasis. Modellen beräknar därmed om det är billigare att använda sig av microtrenching istället för att återanvända befintlig infrastruktur.

För de tillgångar som kan återanvändas beräknas enhetskostnaden som ett viktat genomsnitt mellan andelen återanvändning/återbyggnad (och andelen för microtrenching för schaktning). Förutom avskrivningsfaktorer, eftersom beräkningen inte är linjär, multipliceras den relevanta investeringen med andelen som återanvänds/återbyggs för varje typ av tillgång som används för att beräkna det viktade genomsnittet.

7.2.3 Inhämtning från efterfrågan

Kalkylbladet [Import from Demand] summerar aktiva anslutningar fördelade på den hypotetiske effektive operatören (HEO) samt prognoser. Den fördelar också efterfrågan per accessnod och per tjänst.

Detta kalkylblad summerar beräkningsresultat från *Efterfrågemodellen*:

Sektion 1 sammanfattar den prognosticerade analysen av aktiv efterfrågan för alla nät (plattformar) i ett scenario med helt utbyggt nät (100 procent nätutbredning).

Sektion 2 och 3 summerar efterfrågan på aktiva anslutningar vid en reducerad geografisk nätutbredning för alla nät (plattformar) (85 procent nätutbredning) och för HEO per nod.

Sektion 4 listar den dimensionerande efterfrågan per tjänst baserat på en fördelning av efterfrågan i Hybridmodellen.

7.2.4 Routingmatris för tjänster

För att fastställa kostnaden för varje tjänst används en routingmatris som hämtats från Hybridmodellen. Den avgör vilka nätdelar som används av respektive tjänst.

Den används för att fastslå den totala efterfrågan för respektive segment, och för att beräkna enhetskostnaden för respektive tjänst. Till exempel delar telefonitjänster alla nätelement med andra bredbandstjänster, förutom att en del av accessnätet används ifall det är frågan om tjänster anslutna från kopplingsskåp (sub-loop). Driftskostnader fördelas också i routingmatrisen.

Figur 42 - Routingmatrisen

			Final drop cable SDU	Final drop cable MDU	Final drop private civil engineering SDU	Final drop private civil engineering MDU	Final drop public civil engineering SDU	Final drop public civil engineering MDU	NTP	BDF	FOS	Distribution civil engineering
			SDU	*MDU*	*SDU*	*MDU*	*SDU*	*MDU*	*Subs*	*Subs*	*Subs*	*Subs*
Services												
Access Lines	ACC.POTS - Naked											
		ACC.POTS - Naked SDU	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	1.
		ACC.POTS - Naked MDU	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	1.	1.
	ACC.ISDN2											
		ACC.ISDN2 SDU	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	1.
		ACC.ISDN2 MDU	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	1.	1.
	ACC.ISDN30											
		ACC.ISDN30 SDU	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	1.
		ACC.ISDN30 MDU	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	0.	1.	1.
	ACC.POTS - Shared											
		ACC.POTS - Shared SDU	0.67	0.	0.67	0.	0.67	0.	0.	0.	0.67	0.67
		ACC.POTS - Shared MDU	0.	0.67	0.	0.67	0.	0.67	0.	0.	0.67	0.67
	ACC.Voice Wireless											
		ACC.Voice Wireless SDU										
		ACC.Voice Wireless MDU										

Källa: *Accessmodellen*, flik [Routing matrix per services]

En förenklad routingmatris används för att fastställa den totala efterfrågan per nätnivå (baserat på det totala antalet aktiva anslutningar per tjänst som använder respektive nätnivå).

Figur 43 - Förenklad routingmatris som används för kostnadsberäkning

			Demand by service	Final drop cable SDU	Final drop cable MDU	Final drop private civil engineering SDU	Final drop private civil engineering MDU
				SDU	*MDU*	*SDU*	*MDU*
Services							
Access Lines	ACC.POTS - Naked		137 925				
		ACC.POTS - Naked SDU	40 316	1,	5%	0%	5%	0%
		ACC.POTS - Naked MDU	97 609	1,	0%	5%	0%	5%
	ACC.ISDN2		3 715				
		ACC.ISDN2 SDU	1 086	1,	0%	0%	0%	0%
		ACC.ISDN2 MDU	2 629	1,	0%	0%	0%	0%
	ACC.ISDN30		717				
		ACC.ISDN30 SDU	210	1,	0%	0%	0%	0%
		ACC.ISDN30 MDU	507	1,	0%	0%	0%	0%
	ACC.POTS - Shared		84 636				
		ACC.POTS - Shared SDU	24 739	1,	2%	0%	2%	0%
		ACC.POTS - Shared MDU	59 897	1,	0%	2%	0%	2%
	ACC.Voice Wireless		-				
		ACC.Voice Wireless SDU	1		0%	0%	0%	0%
		ACC.Voice Wireless MDU	1		0%	0%	0%	0%
Broadband	BB.Broadband - Naked		157 646				
		BB.Broadband - Naked SDU	46 080	1,	6%	0%	6%	0%
		BB.Broadband - Naked MDU	111 565	1,	0%	5%	0%	5%
	BB.Broadband - Shared		94 860				

Källa: *Accessmodellen*, flik [Routing matrix per services]

I den tredje sektionen av kalkylbladet finns en routingmatris som medger att man för varje enskild del av accessnätet kan se vilka utrustningar som berörs. Det görs också åtskillnad mellan anläggning (schaktning) mellan den horisontella och vertikala delen av sista biten för att kunna ta hänsyn till väg-till-hus.

Figur 44 - Routingmatrisen för utrustningar i accessnätet

Final Drop			Final drop cable SDU	Final drop cable MDU	Final drop private civil engineering SDU	Final drop private civil engineering MDU	Final drop public civil engineering SDU	Final drop public civil engineering MDU	NTP	BDF	FOS	Distribution civil engineering	Cable and joints	ODF/MDF
F-Fb0002	Fb0002	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0004	Fb0004	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0008	Fb0008	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0012	Fb0012	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0024	Fb0024	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0048	Fb0048	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0096	Fb0096	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Fb0192	Fb0192	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Subduct7-Pri	Subduct7-Private	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Subduct7-Pul	Subduct7 - Public	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
F-Subduct14-Pr	Subduct14-Private	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F-Subduct14-Pu	Subduct14 - Public	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
F-Duct32	Duct32	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
F-Trench_asph	Trench_asphalt	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
F-Trench_urbar	Trench_Urban	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Källa: *Accessmodellen*, flik [Routing matrix per services]

7.2.5 "Kontrollblad"

Kalkylbladet [Dashboard] (Kontrollbladet) förser modellen med väsentliga parametrar:

- år för modellberäkningen
- finansiella parametrar
- parametrar för återanvändning av infrastruktur
- modelleringsscenario (antingen fibernät eller kopparnät)
- parameter för tjänster som ger möjlighet att välja om nätterminering spunkter (NTP) och sista biten ska kostnadsberäknas och utgöra del av den totala investeringen, samt att dela upp nätet för delade tjänster och SLU/backhaul från fördelningsskåp

7.3 Värdering av återanvändbara anläggningstillgångar

I enlighet med princip 38 i modellreferensdokumentet (MRD) värderas återanvändbar anläggningsinfrastruktur enligt dess uppskattade bokförda nettovärde, med avskrivning över den återstående livslängden baserad på metoden för prisanpassad annuitet. Två kalkylblad i *Accessmodellen* möjliggör denna beräkning: [Accounting valuation vs BU] och [HCA CCA Calculation].

7.3.1 Värdering

Det uppskattade bokförda värdet för återanvändbar anläggningsinfrastruktur beräknas i kalkylbladet [Accounting valuation vs BU] som en procentsats av kostnaden för nybyggnation av motsvarande infrastruktur.

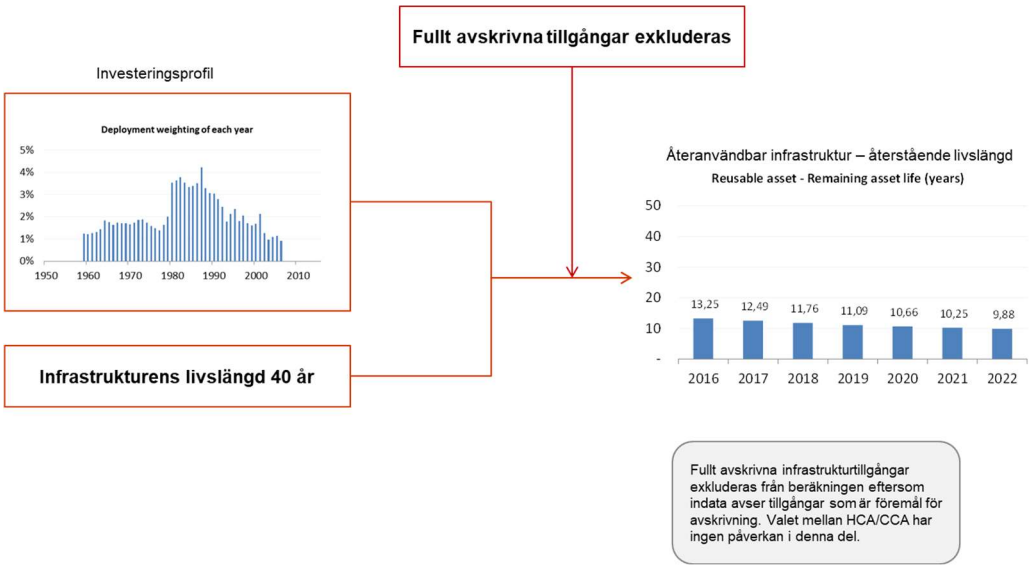
I frånvaro av faktiska historiska bokförda värden för den berörda anläggningsinfrastrukturen har dessa simulerats i enlighet med följande antaganden:

- Investeringsprofilen över tid är baserad på Televerkets/Telias investeringar i det fasta nätet under perioden 1959-2006 (investeringar efter 2006 antas vara relaterade till fiberutbyggnad).
- Investeringarna för respektive år baseras sedan på denna investeringsprofil och på pristrenden för denna anläggningsinfrastruktur.
- Investeringarna för respektive år skrivs sedan av enligt HCA-metodik och linjär avskrivning baserat på beräkningar i kalkylbladet [HCA CCA Calculation].
- Genom att jämföra summan av bokfört nettovärde för beräkningsåret med kostnaden för nybyggnation av anläggningsinfrastruktur erhålls bokfört nettovärde för återanvändbar infrastruktur som en procentsats av kostnaderna för en motsvarande nybyggnation.

7.3.2 Ålder

Det beräknade återstående bokförda nettovärdet skrivs sedan av över den återstående livslängden för de återanvändbara tillgångarna, vilket beräknas i fliken [Accounting valuation vs BU] i *Accessmodellen*.

Figur 45- Återanvändbar infrastruktur – ålder



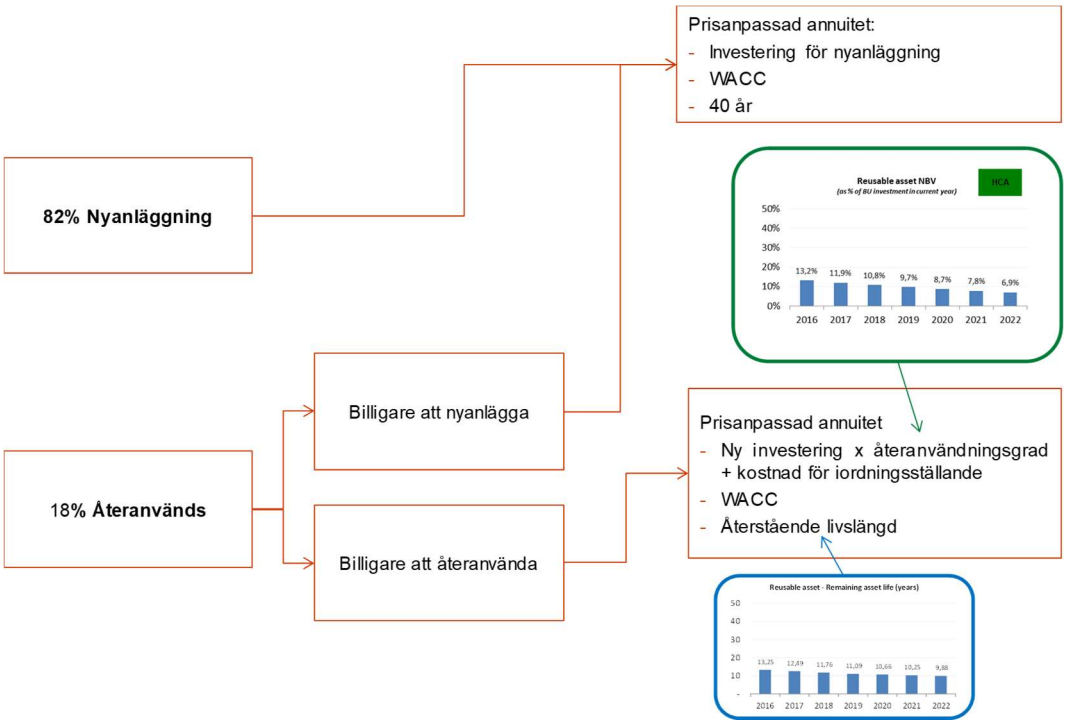
Källa: TERA Consultants

7.3.3 Implementering

För den andel av anläggningsinfrastrukturen som bedöms vara återanvändbar skrivs det återstående bokförda nettovärdet av över tillgångarnas återstående livslängd.

En kontroll görs sedan för varje tillgångskategori för att säkerställa att kostnaden för att återanvända tillgången är lägre än kostnaden för nybyggnation (kolumn I i kalkylbladet [Unit cost of assets], detta behöver inte vara fallet p.g.a. de kostnader som är förknippade med en återanvändning). Om så är fallet återanvänds inte denna tillgångskategori.

Figur 46 - Implementing av återanvändbar anläggningsinfrastruktur



Källa: TERA Consultants

7.4 Beräkningar

Förutom några beräkningar som görs i kalkylbladet [Unit costs of assets] finns det fem kalkylblad som är avsedda för beräkningar (i blått) i *Accessmodellen*:

- Demand (Efterfrågan)
- Inventory (Inventarielista)
- Investment (Investeringar()
- Annual Capex (årlig capex()

- Opex calculations (beräkning av driftkostnader) ()

7.4.1 Demand (Efterfrågan)

Detta kalkylblad sammanfattar beräkningar av efterfrågan. Här anpassas efterfrågan per accessnod beroende på ifall accessnoden ska etableras eller inte (vilket baseras på beräkningar i *Geoaccessmodellen* (MS Access).

Vidare beräknas efterfrågan per tjänst för den hypotetiska effektive operatören (HEO) vilket extrapoleras från den beräknade efterfrågan för det fullständiga nätet som gjorts i *Efterfrågemodellen*.

7.4.2 Inventory (Inventarielista)

7.4.2.1. Översikt

Inventarielistan som tas fram i *Geoaccessmodellen* (MS Access) och överförs till [Import from Access]-fliken, fördelas på respektive nätnivå (från sista biten till Core-IP) i kalkylbladet [Inventory].

Alla poster i inventarielistan består av enkla aggregerade funktioner, med undantag av Trench-Bicycle och Trench-grass som är uppdelade i en vertikal och en horisontell del. Antalet nättermineringspunkter, NTP, är beräknade med utgångspunkt i en NTP per bostad/arbetsställe.

7.4.2.2. Samförläggning

För att minska kostnaderna kan infrastruktur delas med, eller hyras ut till, andra nätägare, som t.ex. elnät och kabel-TV i form av samförläggning. I bedömningen av nivån på samförläggning med andra infrastruktur har Hybridmodellen bidragit med indata för att göra det möjligt att fastställa den omfattning av samförläggning som en nyetablerad HEO borde kunna erhålla med andra infrastrukturägare.

Delning av infrastruktur görs genom tre parametrar när investeringen i lokalt accessnät ska bedömas, beroende på områdeskategori (tätort, mindre tätort, utanför tätort):

- samförläggning av horisontella schakt och brunnar från accessnod till avlämningspunkt vid väg,
- samförläggning av vertikala schakt och brunnar från avlämningspunkt vid väg till byggnad,
- samförläggning av kanalisation.

Dessa faktorer används för att bestämma hur stor andel av kostnaden för schakt, brunnar och kanalisation som finansieras av den hypotetiska effektiva operatören (HEO) respektive den andel av kostnaderna som finansieras av andra aktörer.

7.4.2.3. Aktiva anslutningar

Eftersom sista biten bara anläggs till byggnader med aktiva anslutningar så justeras inventarielistan genom att bara inkludera utrustningar som är knutna till aktiva anslutningar. Inventarielistan för sista biten-kablar, mikrokanalisation och vertikala schakt justeras därför med beaktande av andelen faktiska anslutningar per accessnod.

7.4.3 Investeringar

Kalkylbladet [Investment] beräknar capex med utgångspunkt från:

- inventarielista
- enhetskostnader
- eventuell kostnadsminskning genom återanvändning av befintlig anläggningsinfrastruktur

Det inkluderar fyra beräkningssteg:

- nätinvestering per utrustning: beräkning av capex för varje utrustning, accessnod och nätnivå. Antalet utrustningar multipliceras med enhetskostnad.
- total nätinvestering: summerar den totala kostnaden per utrustning och nätnivå.
- total nätinvestering per accessutrustning: summerar den totala kostnaden per segment i accessnätet för beräkning av enhetskostnad och efterföljande tillämpning av routingmatrisen.
- Fördelning mellan återanvända och nybyggda tillgångar: kontroll att återanvändningsberäkningen och beräkningen av Regulatory Asset Base har utförts korrekt.

Figur 47 – Skärmdump av kalkylbladet "investment"

Investments	Asset ID	Asset Type	Unit	Fixed costs	Variable costs	Variable costs parameter		Total	A	Ä	A
General parameters											
	SDU	subscribers	#					1 349 872	198	-	2 058
	MDU	subscribers	#					3 268 178	2 235	-	3 224
	Buildings	subscribers	#					1 681 318	388	-	2 462
	Business	subscribers	#					423 753	126	-	348
Final Drop											
F-Fb0002	Cb0002	cable	SEK/m	7,29	0,00	0 f	SANT	502 418 865	44 003	-	1 055 664
F-Fb0004	Cb0004	cable	SEK/m	10,12	0,00	0 f	SANT	120 710 016	24 878	-	151 268
F-Fb0008	Cb0008	cable	SEK/m	14,62	0,00	0 f	SANT	72 131 995	27 345	-	117 844
F-Fb0012	Cb0012	cable	SEK/m	18,47	0,00	0 f	SANT	34 945 188	12 558	-	31 645
F-Fb0024	Cb0024	cable	SEK/m	28,43	0,00	0 f	SANT	78 615 568	90 472	-	101 683
F-Fb0048	Cb0048	cable	SEK/m	45,51	0,00	0 f	SANT	67 700 668	53 320	-	67 780
F-Fb0096	Cb0096	cable	SEK/m	75,65	0,00	0 f	SANT	39 095 800	8 358	-	15 114
F-Fb0192	Cb0192	cable	SEK/m	130,25	0,00	0 f	SANT	16 447 583	-	-	-
F-Subduct7-Private	Subduct7	subduct	SEK/m	7,95	0,00	0 f	SANT	122 700 861	10 666	-	216 441
F-Subduct7-Public	Subduct7	subduct	SEK/m	7,95	0,00	0 f	SANT	800 773 951	88 009	-	1 417 823
F-Subduct14-Private	Subduct14	subduct	SEK/m	10,60	0,00	0 f	SANT	41 749 823	23 374	-	48 652
F-Subduct14-Public	Subduct14	subduct	SEK/m	10,60	0,00	0 f	SANT	78 149 925	47 509	-	105 041
F-Duct32	Duct32	duct	SEK/m	17,76	0,00	0 f	SANT	382 669 234	79 577	-	504 827
F-Trench_asphalt	Trench_asphalt	trench	SEK/m	1 731,95	0,00	0 f	SANT	1 629 800 286	604 200	-	1 842 124
F-Trench_urban - Vertical trench	Trench_urban	trench	SEK/m	1 050,76	0,00	0 f	SANT	627 344 055	309 915	-	-
F-Trench_urban - Horizontal trench	Trench_urban	trench	SEK/m	1 050,76	0,00	0 f	SANT	5 419 455 908	2 636 531	-	-
F-Trench_suburban - Vertical trenc	Trench_suburban	trench	SEK/m	358,81	0,00	0 f	SANT	235 220 399	-	-	783 725
F-Trench_suburban - Horizontal tre	Trench_suburban	trench	SEK/m	358,81	0,00	0 f	SANT	2 297 564 019	-	-	6 809 449
F-Trench_rural - Vertical trench	Trench_rural	trench	SEK/m	286,28	0,00	0 f	SANT	45 033 179	218	-	7 713
F-Trench_rural - Horizontall trench	Trench_rural	trench	SEK/m	286,28	0,00	0 f	SANT	884 785 323	1 369	-	204 095
F-Trench_Private	Trench_micro	trench	SEK/m	72,10	0,00	0 f	SANT	1 216 747 263	199 481	-	2 111 115
F-FOS16	FOS16	FOS	SEK	1 075,95	0,00	0 f	SANT	130 024 582	28 304	-	154 266
F-FOS48	FOS48	FOS	SEK	1 613,92	0,00	0 f	SANT	169 900 377	104 905	-	213 037
F-Manhole	Manhole	manhole	SEK	7 806,81	0,00	0 f	SANT	841 930 244	213 061	-	953 508

Källa: *Accessmodellen*, flik [Investment]

På detta sätt fördelas investeringarna till alla sex nätnivåerna (sista biten, distributionsnät, Core-Allmän, Core-Metro, Core-Edge och Core-IP) och för varje typ av utrustning, och summeras till den totala investeringen per nätnivå och per accessnod.

Fokus på den totala investeringskostnaden för anläggningsinfrastruktur som allokeras till accessnätet:

Som redogjorts för i tidigare avsnitt kan anläggningsinfrastruktur återanvändas och delas, och alternativa tekniker kan också användas för schaktning (microtrenching). Det här avsnittet summerar hur en blandning av dessa parametrar tillämpas i modellerna.

1. I *Geoaccessmodellen* (MS Access) allokeras schakt, kanalisation och brunnar till respektive del av HEOs nät (sista biten, distributionsnät, Core Allmän, Core Metro, Core Edge och Core IP), vilket redovisas i avsnitt 6.3.1.11.2. Här sker en nätdelning mellan HEOs olika nätdelar, som möjliggör beräkning av hur delning sker mellan access- och corenät
2. I kalkylbladet [Inventory] i *Accessmodellen* beaktas den grad av samförläggning som sker med andra nätinfrastrukturägare som beräknats utifrån värde angivet i kalkylbladet [Dashboard], vilket redovisas i avsnitt 7.4.1.2, vilket allokerar den andel av schakt/kanalisation och brunnar som finansieras av HEO.
3. I kalkylbladet [Investment] i *Accessmodellen* beräknas den totala investeringen för anläggningsinfrastrukturen med beaktande av
    - En viss andel av tillgångarna kan återanvändas (beräkning i kalkylbladet [Unit Cost of Assets] i enlighet med avsnittet [Unit cost of assets] ovan
    - För schakt används även en andel microtrenching (baserat på parametrar som sätts i [Dashboard])

7.4.4 Årskostnad

Kalkylbladet [Annual Capex] fördelar den investering som beräknas i kalkylbladet [Investment] i form av en annuitet och genom att för varje utrustning använda en avskrivningsfaktor som i sin tur beräknats i kalkylbladet [Unit costs of assets]. Varje utrustning multipliceras sedan med respektive avskrivningsfaktor.

Detta sker i tre beräkningssteg:

- den årliga nätkostnaden för respektive utrustning: den totala investeringen multipliceras med en avskrivningsfaktor.
- total årskostnad: summerar den totala årskostnaden per utrustningstyp och nätnivå.

- total årlig nätcapex per accessutrustning: summerar den totala årskostnaden per segment för beräkning av enhetskostnad i enlighet med routingmatrisen.

Årskostnaden för en utrustning blir därför:

$$A_t = Inventarielista \quad \times Enhetskostnad_o \times \frac{(\omega - p) \times (1+p)^{t-1}}{1 - \left(\frac{1+p}{1+\omega}\right)^n}$$

Där:

- $Inventarielista_t$ är det totala antalet faktiska enheter
- $Enhetskostnad_o$ är enhetskostnaden för indataåret
- ω är WACC och p är utrustningens pristrend
- n är utrustningens livslängd
- $(1+p)^{t-1}$ är index för att bestämma utrustningens nuvärde

Slutligen kopieras den totala årskostnaden för nätet till kalkylbladet [Export to core] genom att använda ett makro.

7.4.5 Beräkning av driftkostnader

I kalkylbladet [Opex Calculation] görs beräkningar av driftkostnader för följande kostnadskategorier:

- underhåll av accessinfrastruktur: felavhjälpningskostnader beräknas per accessnod baserat på andel av tätorts-/icke tätortsområde, kostnaden för felavhjälpning i respektive område, samt LFI (Line Fault Index) och beroende på ifall det är ett koppar eller fiberscenario,
- utnyttjande och planeringskostnader: uppifrån-och-ner-kostnader tagna från SMP-operatörens redovisning, och extrapolerade till efterfrågan för en reducerad geografisk utbredning,
- IT-övervakningssystem för accessnätet: uppifrån-och-ner-kostnader baserade på SMP-operatörens redovisning,
- lokalkostnad för accessnod och mikrovågslänkar per accessnod, baserat på enhetskostnader per kvadratmeter och energikostnad.

7.5 Beräkningsresultat

Accessmodellen producerar beräkningsresultat:

- Export to core (export till *Coremodellen*)
- Services (tjänster)
- Export to consolidation - Fibre (export till *Konsolideringsmodellen* – fiber)
- Export to consolidation – Copper (export till *Konsolideringsmodellen* – koppar)

7.5.1 Exportfunktionen

Exportfunktionerna innehåller den data för åren 2013-2033 som ska kopieras i den relaterade modellen. Beräkningen utförs genom den allmänna makrofunktionen som startas från makroknappen "Update results" på fliken [Dashboard], Fill_the_results (), som genererar inkrementella investeringar för åren 2013 till 2033, kör modellen och skriver i utdata i Export-kalkylbladen. Makrot körs när man trycker på knappen "Update the results".

Figur 48 - VBA-makrofunktionen "fill_the_results"

```
Option Explicit

Sub Fill_the_results()

    Dim currentYear As Double, year As Double, Status As Double
    Dim currentscenario

    Application.ScreenUpdating = False

    Status = 0
    currentYear = Range("Year").Value
    currentscenario = Range("Scenario").Value

    For year = 2013 To 2025
        Application.StatusBar = "Calculations in progress... : " & Format(Status, "0%") & " completed."
        Status = Status + 1 / (2025 - 2013 + 1)
        Range("Year").Value = year
        Range("Scenario").Value = "1. Fibre Network"
        Calculate

        Range("Core_current").Copy
        Range("Core_" & CStr(year)).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues

        Range("export_current").Copy
        Range("export_" & CStr(year)).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues

        Range("Scenario").Value = "2. Copper Network"
        Calculate

        Range("Copper_current").Copy
        Range("Copper_" & CStr(year)).PasteSpecial Paste:=xlPasteValues

    Next year

    Range("Year").Value = currentYear
    Range("Scenario") = currentscenario
    Calculate

    Application.StatusBar = False

    Application.ScreenUpdating = True

 MsgBox "Updated results", vbOKOnly
End Sub
```

Källa: TERA Consultants

7.5.2 Tjänster

I kalkylbladet [Services] summeras beräkningsresultaten på olika nivåer. Först aggregeras beräkningsresultaten från modellen. Resultattabellen redovisar investeringar och årskostnader för varje accessnod i accessnätet och för varje nätnivå, genom att aggregera data från kalkylbladen [Investment] och [Annual Capex].

Figur 49 - Aggregerade beräkningsresultat

	Final drop cable SDU	Final drop cable MDU	Final drop private civil engineering SDU	Final drop private civil engineering MDU	Final drop public civil engineering SDU	Final drop public civil engineering MDU	NTP	BDF	FOS	Distribution civil engineering	Cable and joints	ODF/MDF
	SDU	MDU	SDU	MDU	SDU	MDU	Subs	Subs	Subs	Subs	Subs	Subs
Rules fore recovering costs (A: To be Annualised and recovered as part of the monthly rental charge; E: to be Expensed and recover as part of the one-off charge)	E	E	E	E	A	A	E	E	A	A	A	A
Total invest	502 418 865	429 646 818	1 097 092 735	284 105 212	10 443 443 232	2 799 283 293	-	-	299 924 958	29 748 901 096	6 964 624 506	25 386 025
Annual cost	30 075 969	25 719 664	39 488 011	10 236 559	403 912 046	108 009 362	-	-	23 779 912	1 145 584 717	417 651 178	1 958 485
Demand	795 820	2 130 743	795 820	2 130 743	795 820	2 130 743	-	-	2 926 563	2 926 562	2 926 562	2 926 557
Total invest per line	631,32	201,64	1 378,57	133,34	13 122,87	1 313,76	-	-	102,48	10 165,13	2 379,80	8,67
Annual cost per line	37,79	12,07	49,62	4,80	507,54	50,69	-	-	8,13	391,44	142,71	0,67

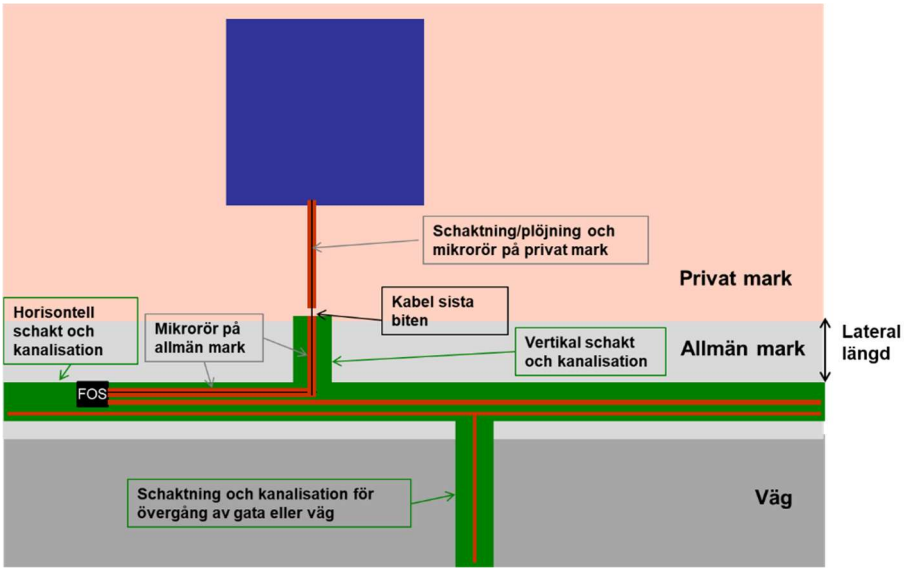
Källa: *Accessmodellen* , flik [Services]

Rad 16 ger möjlighet att välja hur kostnaden ska täckas, antingen ”A” (kostnaderna räknas om till en annuitet och täcks genom kvartalshyra) eller ”E” (kostnaderna kostnadsförs direkt och täcks genom engångsavgifter).

Kostnadstäckningen för ”väg-till-hus” beräknas enligt följande ansats.

- Alla kostnadstyper som hänförts till privat mark täcks genom engångsavgifter.
- Alla kostnadstyper som hänförts till allmän mark delas med andra nät och täcks genom månatliga hyresintäkter.
- ”Sista biten”-kabeln, från FOS till NTP, anläggs i samband med att abonnenten ansluts, och kostnaden täcks med engångsavgifter.
- Kostnaden för NTP och BDF täcks med engångsavgifter.

Figur 50– Schematisk beskrivning av väg-till-hus



Tabell 33 - Summering kostnadstäckningsansatsen för respektive kostnadstyp.

Utrustning		Ansats för kostnadstäckning
Kabel för sista biten		Engångsavgift som betalas av abonnent
Anläggning sista biten på privat mark	Mikrorör på privat mark	Engångsavgift som betalas av abonnent
	Schaktning på privat mark	Engångsavgift som betalas av abonnent
Anläggning sista biten på allmän mark	Mikrorör på allmän mark	Kvartalshyra
	Schakt och kanalisation i vertikal sträckning, vilken benämns som lateral längd (den vertikala delen av trottoar som är på allmän mark)	Kvartalshyra
	Schakt och kanalisation i horisontell sträckning, och brunnar	Kvartalshyra
	Schaktning övergång, asfalt	Kvartalshyra
FOS (Fiberoptisk spridningspunkt)		Kvartalshyra
NTP och BDFs		Engångsavgift som betalas av abonnent
Distribution network		Kvartalshyra

Sedan i segment 1.2 för varje nivå av nätet och med hjälp av den förenklade routingsmatrisen och den totala efterfrågan per tjänst bestäms enhetskostnad för tjänster på intermediär nivå med differentiering mellan engångsavgift och löpande avgifter.

Den huvudsakliga grunden för att bestämma om värdet av en utrustning ska kostnadsföras direkt eller om den ska beräknas som en annuitet och ingå i beräkningsunderlaget är huruvida utrustningen kan anses vara en del av den ”privata domänen” och om utrustningen anslutits efter det att fiberanslutningen aktiverats.

I enlighet med princip 11 i modellreferensdokumentet görs antagandet att den del av sista biten som löper mellan accessnod och tomtgräns annualiseras och därför utgör en del av kostnadsbasen. Den del som går från avlämningspunkt vid tomtgräns och byggnad, inklusive det vertikala schaktet, kostnadsförs och antas finansieras genom anslutningsavgift (väg-till-hus).

Kanalisationens slutpunkt är placerad en meter (vertikalt) från det horisontella diket och kanalisation. Denna meter anses ligga på allmän mark och benämns lateral längd.

Det bör noteras att det är svårt att direkt jämföra den engångsavgift som beräknas för respektive tjänst med engångsavgiften för väg-till-hus som kan uppgå till 20 000 kr. Modellen beräknar bara kostnaden för att ansluta huset och är inte avsedd för att beräkna en korrekt anslutningskostnad, eftersom den inte inkluderar alla kostnadselement (t.ex. anslutningar i hus, försäljnings och faktureringskostnader samt andra indirekta kostnader är exkluderade). Modellens kostnadsuppgifter kan därför inte utan vidare användas för att fastställa en anslutningsavgift utan att ytterligare kostnader inkluderas.

Samkostnader, kostnader för grossistförsäljning och kundförluster beaktas genom ett pålägg eller en kostnad per linje per månad (denna beräkning sker i *Konsolideringsmodellen*). I sektion 1.3 redovisas beräkningsresultaten för respektive tjänst på accessnodsnivån.

8 Kostnadsberäkning av corenätet

8.1 Referensdokument och filer

I utformningen av *Coremodellen* har följande datafiler använts utöver de antaganden som gjorts av TERA Consultants.

Tabell 34 - Referensfiler för corenätet

Referensfiler	Innehåll	Användning
2016-12-DB-PTS-Core network clean v170523 (Telia Company)	Corenätets struktur (Accessnod (Allmänna), Metro, Edge, IP)	Fastställer hur trafikflöden till och från accessnoder fördelas på högre nodnivåer som Edge och IP routers
Hybridmodellen 10.1 (PTS)	Den coremodell som tagits fram för PTS 2011	Ger antaganden avseende tekniska principer, routing-matriser, enhetskostnader för viss utrustning, trafik (t.ex. hyrda förbindelser) och gradvis ökning eller minskning
Svensk telekommarknad (PTS)	Statistik för marknaden för elektronisk kommunikation (abonnenter, hastigheter, etc.)	Antal abonnenter, fördelning av bredbandshastigheter.
Prognoser för koppar, FTTB och FTTH (Telia Company)	Prognoser för antalet PSTN, xDSL, FTTB och FTTH abonnenter i SMP-operatörens nät	Underlag för prognoser för antalet PSTN-, xDSL-, FTTB- och FTTH-abonnenter
Sitemaster (Telia Company)	Fördelning av antalet abonnenter per accessnod och per tjänst	Fördelning av den totala efterfrågan och den totala trafiken till respektive accessnod, underlag för dimensionering av abonnent- och trafikdrivna utrustningar

Källa: PTS, Telia Company, Hybridmodellen 10.1

8.2 Näthierarki i corenätet

Corenätets struktur, vilken avhandlas i avsnitt 3.2.3, är uppbyggd av:

- Den allmänna nivån: varje accessnod är ansluten till en edgenod.

- Edge-nivån: varje edgenod är ansluten till två IP-noder i varsitt parallellt IP-nät (rött och blått).
- IP-nivån: Alla IP-noder är direkt anslutna till övriga IP-noder i ett rött respektive blått nät, samt med sin röda/blå tvillingnod.
- Metro-nivån: bestående av redundanta länkar mellan accessnoder (allmänna nivån) och/eller edgenoder: Metronätet.

8.2.1 Länkar mellan access- och edgenoder

Varje accessnod är ansluten till en av de 139 edgenoderna. I *Coremodellen* finns denna information i avsnitt 1 ”6.5k nodes” i kalkylbladet [Demand per node] i kolumnerna B och AL.

Tabell 35 - Länkar mellan access- och edgenoder

Access node	Edge
A	LDG
A KC03	LDG
A KC04	LDG
A KC06	LDG
A KC07	LDG
A KC08	LDG
A KC09	LDG
AB	GLE

Källa: Telia Company, TERA Consultants, EMTEL.

Detta ger underlag för att dimensionera edgeroutrarna i enlighet med upplänkarna från de anslutna accessnoderna, vilka i sin tur dimensioneras för att kunna hantera den trafikvolym som respektive accessnod antas hantera.

8.2.2 Länkar mellan edgenoder och IP-noder

Varje edgenod är ansluten till en av de tolv röda IP-noderna samt till dennas blå tvilling IP-nod. I *Coremodellen* finns denna information i avsnitt 2 Edge nodes i kalkylbladet [Demand per node], i kolumnerna D, E och F.

Tabell 36 - Länkar mellan edgenod och IP-nod

Edge	IP blå	IP röd
ÄB	UM	LL
ÄG	HST KC09	DRO
ÅHM	UM	LL
ALS	G/VA	G/MT
ÄPV	S/F	S/BI
ÅSHG	VS	GTS
ASP	S/F	S/BI
B	G/VA	G/MT
B6	G/VA	G/MT

Edge	IP blå	IP röd
BD	UM	LL
BFO	H	ÖS
BLG	GL/A	F

Källa: TERA Consultants, EMTEL

Detta ger underlag för att dimensionera IP-routrarna i enlighet med upplänkarna från de anslutna edgenoderna, vilka i sin tur dimensioneras för att hantera den trafikvolym som emanerar från de underordnade accessnoderna (förutom de inter-IP länkar som driver IP-routrarnas upplänkar).

8.2.3 Metro-länkar tillhandahåller redundans

Listan över noder som anslutits till en metrolänk är kopierad till *Coremodellen* i kalkylbladet [Demand per node], avsnitt 4 Metro redundancy. Listan innehåller accessnoder, såväl som edge- och IP-noder.

Det antas att metro-switchar installerats i metrolänkarnas ändpunkter, dvs. i de accessnoder som anslutits med metrolänkar. Edge- och IP-noder betraktas som startpunkter för metrolänkar och har därför ingen metro-switch.

8.2.4 Signalförstärkare

Signalförstärkare ansluts på de länkar som löper mellan IP-noder, och mellan edge- och IP-noder, för att förstärka signalen på längre distanser.

Listan på länkar på edge- och IP-nivån redovisas i *Coremodellen* i kalkylbladet [Demand per node], avsnitt 5 Core and Edge repeaters. Listan innehåller:

- För IP-nivån: de 66 x 2 länkarna i de blå respektive röda IP-näten, samt de tolv länkar som löper mellan tvillingnoder (blå respektive röd).
- För edgenivån: de 139 x 2 länkarna mellan edgenoder till IP-noder.

Många länkar delar dock samma framföringsväg, t.ex. är länken mellan Härnösand och Gävle inkluderad i länken mellan Umeå och Gävle. Dessa länkar slås därför samman när de passerar samma segment.[21]

Därför behandlas signalförstärkarna på motsvarande sätt. Detta görs genom att i två steg bedöma hur stor del av länkarna som är sammanslagna (sammanslagningsgraden):

[21] Edge-länkar slås samman, röda IP-länkar slås samman, blå IP-länkar slås samman, men länkar som tillhör olika corenätsnivåer slås inte samman.

- Först beräknas den totala kabellängden för edge- och IP-nivåerna, baserat på *Accessmodellen* och efter sammanslagning, vilket redovisas i avsnitt 5.1 av kalkylbladet [Demand per node] i *Coremodellen*.
- Därefter erhålls längden, vilket redovisas i avsnitt 5.2 i samma kalkylblad, i meter för varje enskild länk innan sammanslagning.

Antalet signalförstärkare för edge- och IP-nivåerna justeras därefter så att det avspeglar sammanslagningar av länkar. Antalet icke sammanslagna signalförstärkare på edge- och IP-nivån multipliceras sedan med sammanslagningsgraden. Detta görs för varje enskild länk och baseras på det maximala avståndet mellan två signalförstärkare.

8.3 Efterfrågan

Efterfrågan i corenätet erhålls från *Efterfrågemodellen* och det motsvarande grundscenariot beskrivs mer detaljerat i avsnitt 4.1. *Coremodellen* är utformat för ett fullständigt nät (100 procent geografisk utbredning).

8.3.1 Efterfrågan i corenätet

Efterfrågedata från *Efterfrågemodellen* klistras in i kalkylbladet [Import from demand – demand].

8.3.2 Efterfrågan per nod

Den totala efterfrågan, dvs. det totala antalet abonnenter för respektive tjänst, är fördelad mellan de ca 6 500 accessnoderna som finns i den hypotetiska effektiva operatörens nät. Den aktiva efterfrågan i form av antalet aktiva slutanvändare är fördelad mellan:

- bredband xDSL
- bredband FTTx
- telefoni
- hyrda förbindelser

för att kunna dimensionera accessnoderna och noder på högre nätnivåer, som påverkas av antalet kunder.

För att kunna dimensionera routrar, vars kapacitet bestäms av trafiken i upp- och nedlänk är trafiken på motsvarande sätt fördelad mellan:

- bredband xDSL
- bredband FTTx
- PSTN/ISDN
- hyrda förbindelser
- bitström

- TV (IPTV och VoD)
- VoIP

Det antas att efterfrågan på bitström är fördelad på motsvarande sätt som efterfrågan på bredband.

I *Coremodellen* redovisas denna information i kalkylbladet [Demand per node], i avsnitt 1 ”6.5k nodes”. För varje accessnod redovisas dess andel av den totala efterfrågan för var och en av de ovan nämnda tjänsterna.

Respektive edgenods andel av den totala trafiken uppgår till summan av respektive anslutna underordnade accessnoders andel av total efterfrågan.

$$\%_{bredband\ xDSL}(Edge\ \alpha) = \sum_{k \mid Edge(k)=\alpha} \%_{bredband\ xDSL}(Accessnod\ k)$$

Om t.ex. edgenod α har fyra underordnade accessnoder, som var och en hanterar 0,05, 0,06, 0,03 och 0,03 procent av den totala efterfrågan för xDSL bredband, så kommer edgenod α att sammantaget hantera 0,17 procent av den totala efterfrågan för xDSL bredband.

Denna beräkning görs i kalkylbladet [Demand per node], i avsnitt 2 ”Edge nodes”, i enlighet med allokeringen av länkar mellan accessnod och edgenod som redovisas i avsnitt 8.2.1 ovan.

På motsvarande sätt är respektive IP-nods (Core) del av den totala trafiken en funktion av summan av efterfrågan för dess underordnade edgenoder.

$$\%_{PSTN}(Core\ \aleph) = \sum_{\kappa \mid Core(\kappa)=\aleph} \%_{PSTN}(Edge\ \kappa)$$

Om t.ex. en Core-IP-nod $\aleph$ har fyra underordnade accessnoder, som var och en hanterar 0,17, 1,05, 2,52 och 0,43 procent av den totala efterfrågan för xDSL bredband, så kommer Edge-nod $\aleph$ att sammantaget hantera 4,17 procent av den totala efterfrågan för xDSL bredband.

Denna beräkning görs i kalkylbladet [Demand per node], i avsnitt 3 ”IP nodes”, i enlighet med allokeringen av länkar mellan edgenod och IP-nod som redovisas i avsnitt 8.2.2.

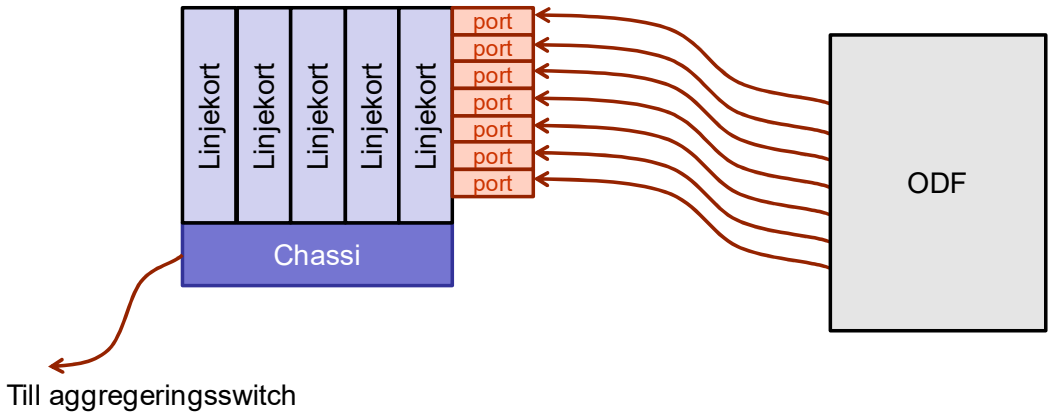
8.4 Principer för dimensionering av corenätet

8.4.1 Fiberaccesswitchar i accessnoderna

Den första aktiva utrustningen i corenätet är fiberaccesswitchen (fibre access switch, FAS), vanligen benämnd optisk linjeterminal, OLT.

Den omvandlar de optiska signalerna från de abonnenter som ansluts via fibernätet till accessnodens ODF, till elektriska signaler som hanteras av den aktiva utrustningen i corenätet.

Figur 51 – Fiberaccesswitchar



Källa: TERA Consultants

Fiberaccesswitchar dimensioneras för varje site baserat på den totala efterfrågan (i form av antalet aktiva slutanvändare) som hanteras i det modellerade corenätet, dvs. taltelefoni, bredband, bitström, och hyrda förbindelser. Beräkningen bortser från den trafik som genereras av tillträdande operatörer som köper fysiskt tillträde, LLUB, eftersom denna trafik hanteras av den köpande operatörens egen fiberaccesswitch.

Två sorters fiberaccesswitchar (FAS) dimensioneras enligt en nedifrån-och-upp metodik:

- Typ 1: FAS med ett linjekort.
- Typ 2: FAS med maximalt 20 linjekort

Dessa består av:

- Portar: en port per abonnent
- Linjekort: 24 portar per kort
- Chassi:
    - Ett chassi per linjekort för FAS typ 1

- Upp till 20 kort per chassis för FAS typ 2

Fiberaccesswitchar typ 1 används för siter med färre än 48 abonnenter. När fler än 24 abonnenter är anslutna installeras två chassin.

Fiberaccesswitchar typ 2 switchar används för siter med fler än 48 abonnenter. När siten ansluter fler än 480 abonnenter installeras ett flertal chassin.

I en site med 90 abonnenter krävs därför 90 portar, fyra linjekort och ett chassi. När ett chassi är fullt installeras ytterligare ett.

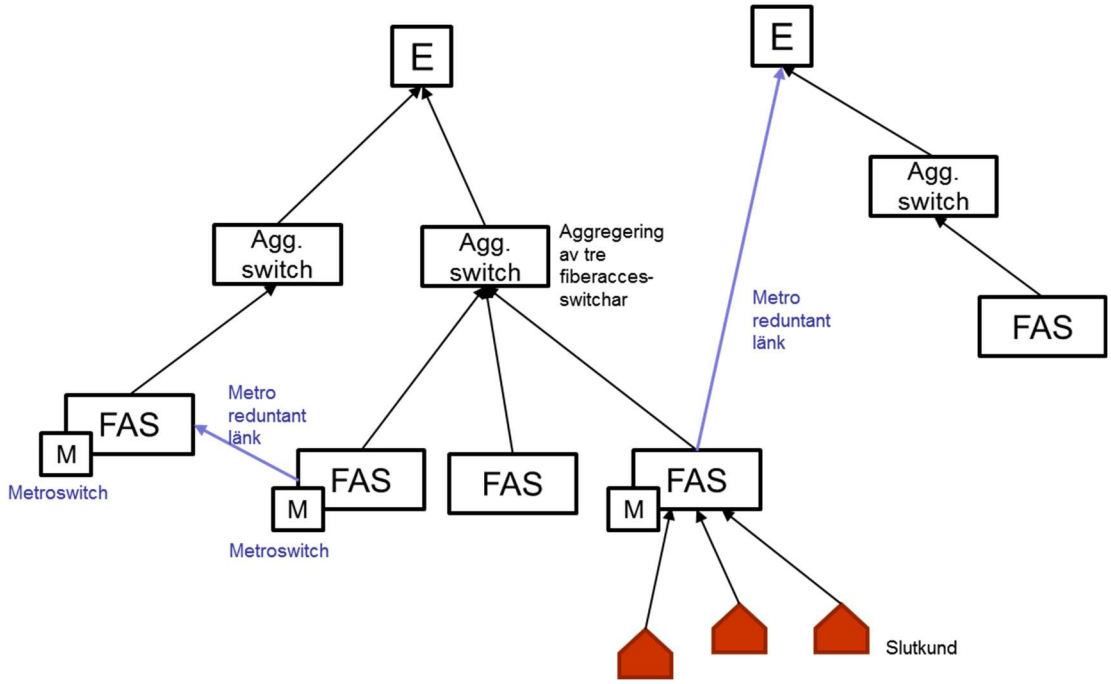
Reservkapacitet adderas för både chassi och linjekort (en respektive fem procent) i linje med Hybridmodellen.

De tekniska dimensioneringsprinciperna för fiberaccesswitchar är baserade på Hybridmodellen.

8.4.2 Aggregerings- och metroswitchar

Aggregeringsswitchar och metroswitchar installeras på den allmänna nivån i corenätet, mellan accessnoder och edgenoder.

Figur 52 - Struktur för aggregerings- och metroswitchar



Källa: TERA Consultants

En aggregeringsswitch aggregerar efterfrågan från tre accessnoder (dvs. accessnoder med en efterfrågan större än noll) i linje med den fördelning som används i Hybridmodellen.

Metroswitchar överför signaler som transiterar genom redundanta metrolänkar, och installeras i metrolänkarnas ändpunkter, i linje med strukturen för corenätet.

Alla siter som ansluts med metrolänkar är redovisade: de siter som inte är edge- eller IP-noder har en metroswitch installerad.

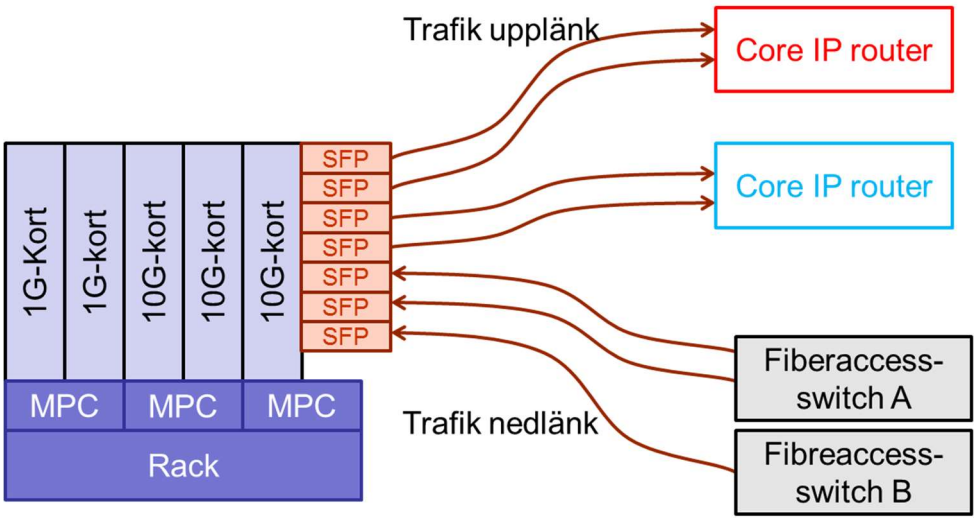
Således är inte aggregerings- och metroswitchar dimensionerade i linje med efterfrågan, utan är baserad på var de befinner sig i näthierarkin, i enlighet med Hybridmodellen.

8.4.3 Edgeroutrar

En router är ett nätelement som överför datapaket mellan datanät. Routrar svarar för trafikdirigeringen, ett datapaket vidarebefordras i allmänhet från en router till en annan router via de nät som tillsammans utgör hela nätet tills det når den nod som utgör slutdestinationen.

Edgeroutrar vidarebefordrar trafiken från accessnoder till IP-routrar (Core).

Figur 53 - Edgerouter



Källa: TERA Consultants

Edgeroutrar i respektive edgenod dimensioneras i enlighet med:

- Trafik i nedlänk: antalet 1G och 10G länkar som ansluter respektive underordnade accessnoder (portarna på fiberaccesswitcharna).
- Trafik i upplänk: antalet 10G länkar som ansluter till överordnade IP-routrar.
    - Varje edgerouter har två överordnade IP-routrar, en i det röda IP-nätet och en i det blå IP-nätet.

I enlighet med antagandena i Hybridmodellen avspeglar trafiken i nedlänk i vilken omfattning respektive tjänst nyttjar edgeroutern. På motsvarande sätt avspeglar trafiken i upplänk hur respektive tjänst nyttjar IP-routern.

Det bör speciellt noteras att bitströmstrafik inte vidarebefordras till IP-routrarna eftersom den trafiken överlämnas till tillträdande operatör på edgenivån. Som en konsekvens av detta blir trafiken i upplänk från edgeroutern mindre än trafiken i nedlänk.

Edgeroutrar består av:

- SFP portar (”small form factor pluggable ports”) på 1G och 10G, beroende på den trafik som ankommer från respektive fiberaccesswitch,
- Kort på 1G och 10G
    - Varje 1G-kort kan hantera 20 stycken 1G SFP,
    - Varje 10G-kort kan hantera 4 stycken 10G SFP
- MPC (”modular part concentrator”)
    - Varje MPC kan hantera två kort
- Rack
    - Varje rack kan hantera 11 stycken MPC

Edgeroutrar dimensioneras enligt en nedifrån-och-upp-metodik:

- Trafiken i ned- och upplänk avgör antalet SFP-portar,
- Antalet SFP-portar av respektive typ avgör antalet kort av respektive typ,
- Antalet kort avgör antalet MPC,
- Antalet MPC avgör antalet rack.

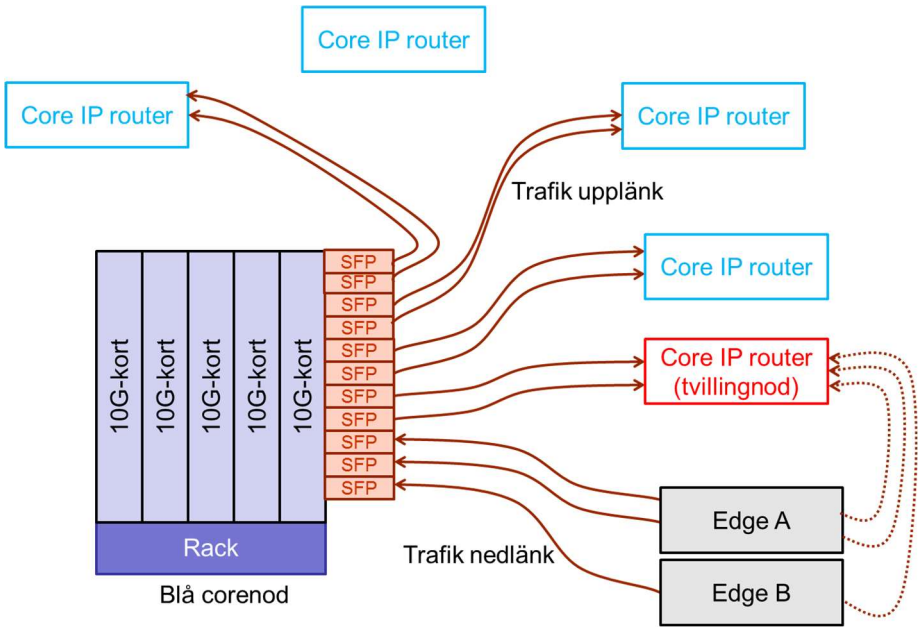
Varje port antas vara fullt belastad vid 75 procent utnyttjandegrad. En fiberaccesswitch som levererar mer än 75 procent x 1G måste därför använda en 10G SFP-port istället för en 1G SFP-port.

8.4.4 IP-routrar

IP-routrar vidarebefordrar trafiken från edgeroutrarna till de övriga IP-routrarna, dvs. till de andra IP-routrarna i det röda eller blå IP-nätet, samt till IP-routerns tvillingnod och dess IP-nät.

I likhet med edge-routrarna dimensioneras IP-routrar utifrån trafiken i ned- och upplänk.

Figur 54 - IP-router



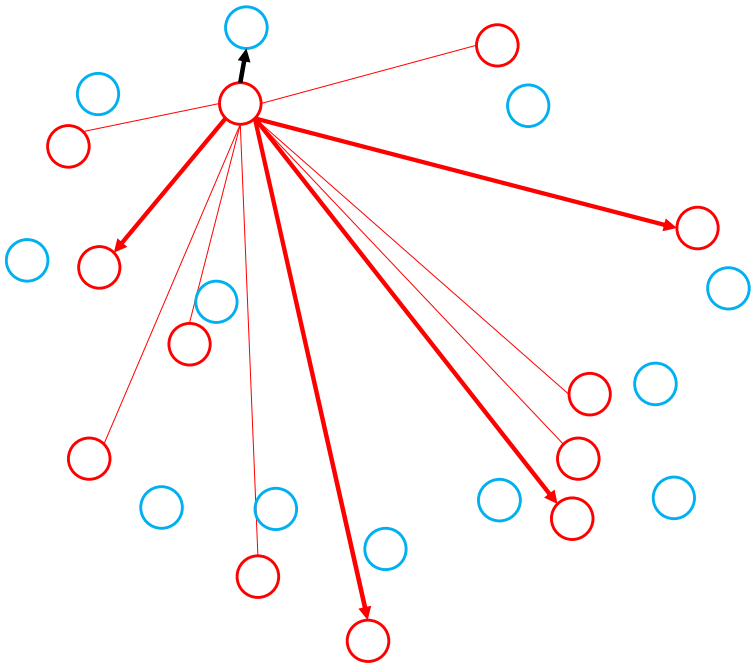
Källa: TERA Consultants

IP-routrar dimensioneras för varje IP-nod i enlighet med:

- Trafiken i nedlänk: antalet 10G-länkar som ansluter de underordnade edgenoderna,
- Trafiken i upplänk: antalet 10G-länkar som ansluter tvillingnod respektive övriga IP-noder i samma IP-nät (röda eller blåa nätet).
    - Trafiken i upplänk till tvillingnoden motsvarar den samlade trafiken i nedlänk,
    - Trafiken i upplänk till övriga IP-noder i samma IP-nät (rött eller blått) beror på vilken grad av redundans som eftersträvas. Det antas att varje IP-router kan hantera fyra gånger sin egen trafik. Det finns tolv IP-noder i varje IP-nät: en IP-router ska därmed vid bråd timme kunna hantera trafiken från fyra IP-routrar, vilket betyder att den kan

ersätta tre IP-noder (fyra minus den till vilken signalen vidarebefordras) av de elva (tolv minus den självt).

Figur 55 - IP-router redundans



Varje IP-node är dimensionerad för att vidarebefordra sin trafik till sin tvillingnod i det andra IP-nätet (svart pil) och till fyra noder i det egna IP-nätet (röda pilar).

Källa: TERA Consultants, PTS

I likhet med dimensioneringen av edgeroutern avspeglar trafiken i upp- och nedlänk den omfattning som respektive tjänst nyttjar IP-routern (se avsnitt 8.5.5)om routingtabeller och avsnitt 8.5.3 **Fel! Hittar inte referenskälla.** om justeringar nedlänk/upplänk).

IP-routrar består av:

- SFP portar (”small form factor pluggable ports”) på 10G,
- Kort: varje kort kan hantera 20 stycken SFP,
- Rack: varje rack kan hantera 11 stycken MPC.

IP-routrar dimensioneras enligt en nedifrån-och-upp metodik:

- Trafiken i ned- och upplänk bestämmer antalet SFP-portar,
- Antalet SFP-portar avgör antalet kort,
- Antalet kort ger antalet rack.

8.4.4.1. Renodlad tillämpning av LRIC på samtrafik (fast terminering)

I likhet med andra telefonitjänster (fast telefoni, originering, transit) använder tjänsten fast terminering två typer av utrustning:

- TDM[22] gateway
- IMS[23]

I linje med Hybridmodellen används TDM-gateways för TDM-samtrafik medan IMS används för både SIP- och TDM-samtrafik.

De kostnader som allokeras till den fasta termineringstjänsten är de inkrementella kostnaderna (eller ”Pure LRIC”) för TDM och IMS som är kopplade till att erbjuda terminering när fast telefoni, originering och transit redan tillhandahålls i nätet.

TDM

TDM består av tre delar:

- Huvudkomponent, som dimensioneras efter den trafik som transiteras till TDM-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - Ett huvudelement byggs för varje 5 760 BHE (busy hour Erlang)
- Modul, som dimensioneras efter den trafik som transiteras till TDM-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - En modul byggs ut för varje 240 BHE
- Controller, som dimensioneras efter antalet samtal som transiteras till TDM-nivån vid bråd timme
    - En controller byggs ut för varje 260 000 samtal vid bråd timme

Dimensioneringen av TDM sker i fyra steg:

- Andelen IP trafik för tal i samtalstrafiken beaktas inte.
- De tre TDM-komponenterna dimensioneras efter den totala TDM samtrafiken för telefonitrafiken (fast telefoni, originering, fast terminering och transit),
- De tre TDM-komponenterna dimensioneras efter den totala TDM samtrafiken för telefonitrafiken exklusive fast terminering (fast telefoni, originering och transit),
- De utrustningar som utgör inkrementet för fast terminering utgörs av skillnaden däremellan.

[22] Tidsdelningsmultiplex (Time-division multiplexing)
[23] IP Multimedia Subsystem

Eftersom rösttrafik i allt högre grad passerar genom IP snarare än TDM, vilket understryks av att andelen IP under 2018 är 98 procent, blir kostnaderna för TDM utrustningen successivt lägre.

IMS

IMS dimensioneras på motsvarande sätt och består av fem komponenter:

- Session Border Control (SBC), som dimensioneras efter den trafik som transiteras till IMS-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - En SBC byggs ut för varje 2 000 BHE
- Call Session Control Function (CSFC), som dimensioneras efter antalet samtal som transiteras till IMS-nivån vid bråd timme
    - En CSFC byggs ut för varje 260 000 samtal vid bråd timme
- Home subscriber server (HSS), som dimensioneras efter den trafik som transiteras till IMS-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - En HSS etableras på varje IMS site
- Application service VoIP, som dimensioneras efter den trafik som transiteras till IMS-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - En application service byggs ut i anslutning till varje IMS site
- Other, som dimensioneras efter den trafik som transiteras till IMS-nivån vid bråd timme, uttryckt i Erlang
    - Byggs ut för varje 750 000 abonnenter

I det modellerade corenätet finns fem stycken IMS-siter. I likhet med dimensioneringen av TDM, sker dimensioneringen av IMS i tre steg:

- De fem IMS-komponenterna dimensioneras efter den totala telefonitrafiken (fast telefoni, originering, fast terminering och transit),
- De fem IMS-komponenterna dimensioneras efter den totala telefonitrafiken exklusive fast terminering (fast telefoni, originering och transit),
- De utrustningar som utgör inkrementet för fast terminering utgörs av skillnaden däremellan.

Eftersom HSS, Application Service VoIP och ”Other” inte dimensioneras efter trafikvolymen, är inkrementet för dessa utrustningar obefintligt.

I *Coremodellen* utförs dimensioneringen av TDM i kalkylarket "TDM-IMS", i avsnitt 1 TDM.

Dimensioneringen av IMS utförs i samma kalkylark, i avsnitt 2 IMS.

Den totala inventerielistan (för alla telefonitjänster) och en förteckning baserad på en renodlad tillämpning av LRIC (för de enda termineringstjänsterna) redovisas därefter i kalkylbladet [Investment] i kolumnerna Inventory / Total LRIC" och "Inventory /Pure" LRIC" i *Coremodellen*.

8.5 Övrig indata

8.5.1 Kontrollblad - Dashboard

8.5.1.1. Finansiella parametrar

I enlighet med princip 43 i MRD:n beräknas investeringsutgifterna i enlighet med en prisanpassad annuitetsmetod vilket ger årskostnaden i kostnadsberäkningen. Den beräknas enligt följande ekvation:

$$A_t = Inventory \times Unit\ cost_o \times \frac{(\omega - p) \times (1+p)^{t-1}}{1 - \left(\frac{1+p}{1+\omega}\right)^n}$$

Där:

- $Inventory$ är det totala antalet enheter
- $Unit\ cost_o$ är enhetskostnaden för året då indata etableras
- ω är WACC och p är pristrend för utrustningen
- n är livslängden för utrustningen
- $(1+p)^{t-1}$ är index för att beräkna återanskaffningsvärdet

För varje utrustning fastställs en pristrend som påverkar enhetskostnaden. För vissa kostnadsposter erhålls pristrenden från ett generellt index:

- Driftskostnader utvecklas i linje med arbetskostnadsindex
- Byggnads- och inplaceringskostnader utvecklas i linje med räntekostnadsindex
- Energikostnader utvecklas i linje med energikostnadsindex

Dessa tre index erhålls från nationell statistik eller från prisprognoser erhållna från SMP-operatören (för byggnader och inplacering) och redovisas i kalkylbladet [Dashboard].

Den nominella kalkylräntan (WACC) före skatt och det aktuella modellåret anges i kalkylbladet [Dashboard]. WACC (nominell och före skatt) är satt till 6,3 procent. och redovisas i ett separat dokument

8.5.1.2. Skala för gradvis ökning eller minskning av kostnader

Etableringen av en skala för en gradvis ökning eller minskning av kostnader införs generellt för att möjliggöra lägre kostnad per Mbit/s för högre kapaciteter som erbjuds konsumenten.

I modellen implementeras en skala för gradvis ökning eller minskning eftersom antaganden relaterade till bredbandskonsumtionen inte är likformiga för alla xDSL-tjänster för att återspegla att högre hastigheter på xDSL tar i anspråk en större användning av nätet.[24] Skalan för en gradvis ökning eller minskning av kostnader är implementerad i kalkylbladet [Total traffic] och dess genomförande beskrivs i avsnitt 8.6.1.3 i denna rapport.

En parameter i kontrollbladet [Dashboard] möjliggör aktivering eller inaktivering av den gradvisa förändringen. Den aktiveras som standard, i linje med Hybridmodellen.

8.5.2 Import från Accessmodellen

Corenätets infrastrukturkostnader beräknas i *Accessmodellen* tillsammans med accessnätsinfrastrukturen.

Kostnaderna redovisas i kalkylbladet [Import from the Access model] på fyra nivåer:

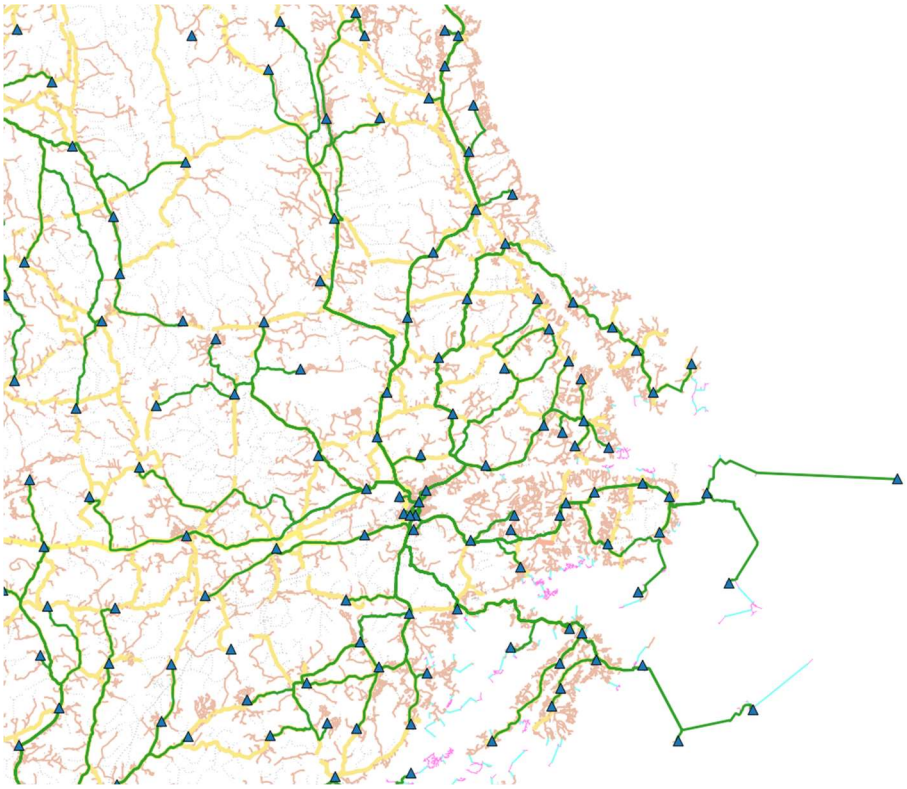
- Core_Common: länkar på accessnodsnivå
- Core_Metro: de redundanta länkarna på accessnodsnivån
- Core_Edge: länkarna mellan edgenoder och deras överordnade IP-noder
- Core_IP: länkarna mellan IP-noder.

För varje nivå formaliseras informationen i termer av:

- Inventarielista för varje använd utrustning (fördelat på utrustningskategorier som fiberkabel, fiberskarvar, mikrokanalisation, kanalisation etc.),
- Investeringar, totalt och för varje utrustningskategori,
- Årskostnader, exklusive driftskostnader, totalt och för varje utrustning.

[24] Ingen gradvis skala införs för FTTx bredband och bitströmstjänster, eftersom deras underliggande utnyttjande av nätet varierar med hastighet. En gradvis skala kan tillämpas på FTTx-tjänster för att möjliggöra en minskning av kostnader per Mbit/s för högre hastigheterna, men tillämpas inte i denna modell.

Figur 56 - Karta över den allmänna nivån (mellan access- och edgenoder)



Källa: TERA Consultants, EMTEL, Telia Company

Infrastruktur på metronivån utgörs av redundanta länkar på den allmänna nivån, och länkarna går mellan accessnoder och edgenoder. Metrolänkarna ger redundans för alla typer av tjänster, och kostnaderna för dessa återvinns från alla tjänster, inklusive bredbandstjänster.

En parameter i kalkylbladet [Design rules], avsnitt 3 Cost recovery, medger att kostnadstäckningen överförs från alla tjänster till att enbart avse telefonitjänster.

8.5.3 Tekniska principer för trafiken

8.5.3.1. Omvandlingstabeller för telefonitrafik

Telefonitrafiken redovisas som total årlig trafik för genomförda samtal (kommersiell trafik). Den omvandlas till teknisk trafik vid bråd timme – eller Erlang vid bråd timme, BHE – och justeras för att avspegla antalet samtalsförsök som inte besvaras.

Erlang är ett mått på belastningen på växelutrustning för telefoni. En enskild krets har kapacitet att användas i 60 minuter per timme. Fullt utnyttjande av den kapaciteten, 60 trafikminuter, motsvarar en Erlang. Trafiken vid bråd timme, uttryckt i Erlang, beräknas som:

$$trafik\ i\ bråd\ timme\ (Erlangs) = \frac{minuter\ per\ år}{bråda\ minuter\ per\ år}$$

I enlighet med Hybridmodellen antas att trafiken äger rum under tio timmar om dagen, sex dagar i veckan.

Vidare sker ett påslag på trafiken för:

- Obesvarade samtalsförsök, i enlighet med antaganden i Hybridmodellen (andel ej besvarade samtalsförsök, sekunder per sådana samtalsförsök).
- Ett generellt påslag om 20 procent och ett tjänstespecifikt påslag på 5–17 procent[25]).

Dessa påslag görs på ett liknande sätt som i Hybridmodellen.

Antalet samtal vid bråd timme erhålls från antalet Erlang vid bråd timme, baserat på antalet samtalsförsök per år:

$$\frac{bråd\ timme\ Erlangs}{genomsnittlig\ samtalslängd} \times påslag\ för\ ej\ besvarade\ samtal \times 60$$

Där 60 är antalet minuter per timme.

Dessa beräkningar redovisas i kalkylbladet [Traffic], i kolumnerna AF till AI, rad 17 och vidare.

De antaganden som ligger till grund för dessa beräkningar (påslag, bråda timmar per vecka) redovisas i kalkylbladet [Design rules], avsnitt 2.1 Voice to Erlangs.

[25] Med undantag av massamtal där uppjusteringen är 114 procent

Telefonitrafiken omvandlas från Erlang vid bråd timme till Gbit/s genom att dividera med den bandbredd, 99 Kbit/s, som krävs för en samtalskanal vid ett VoIP-samtal. Samma kapacitetsantagande tillämpas för VoIP-samtal.

Beräkningen av bandbredd tilldelad för telefonitrafikkanaler redovisas i kalkylbladet [Design rules], avsnitt 2.2 Conversion to Gbps and Mbps.

8.5.3.2. Pålägg för uppströmstrafik

Den totala trafiken som hanteras av nätet uppjusteras för att avspegla att abonnenten kan använda nätet i båda riktningarna: vad abonnenten förbrukar som nedströms trafik måste också avspeglas som uppströms trafik:

I enlighet med Hybridmodellen antas att:

- 100 procent av trafiken nedströms ger motsvarande volym för uppströmstrafik för telefoni
- 25 procent av trafiken nedströms motsvaras av uppströms trafik för bredband och bitström
- 100 procent av trafiken nedströms motsvaras av uppströms trafik för hyrda förbindelser
- 0,03 procent av trafiken nedströms motsvaras av uppströms trafik för IPTV och VoD.

Dessa antaganden redovisas i kalkylbladet [Design rules], avsnitt 2.3 Upstream packets/bits per second as percentage of downstream, och används för att justera routingmatrisen, dvs. den i slutändan totala trafiken på respektive nätnivå.

8.5.3.3. Kapacitet för transport- och backhaul

Det antas i modellen att transporttjänster har en nyttjandegrad på 50 procent, dvs. använder hälften av köpt kapacitet vid bråd timme.

Det antas i modellen att fiberbackhaultjänster levererar 68 Mbit/s kapacitet totalt, och 14 Mbit/s per kanal, i linje med Hybridmodellen.

8.5.3.4. IPTV

Beräkningen av trafiken för IPTV på respektive nätnivå redovisas i detalj i avsnitt 4.4.2.4.1.

Dessa antaganden redovisas i kalkylbladet [Design rules], avsnitt 2.5 IPTV traffic at each level, och används i kalkylbladet [Routing tables] i routingmatrisen.

8.5.3.5. Hyrda förbindelser

Trafiken för hyrda förbindelser på varje nätnivå är härledd från den totala trafiken för hyrda förbindelser som anges i avsnitt 4.4.2.5, och i enlighet med antaganden i Hybridmodellen. Det antas att hyrda förbindelser använder:

- Den allmänna och metroinfrastrukturen till 25-80 procent, dvs. 25 till 80 procent av trafiken passerar dessa infrastrukturer.
- Aggregerings- och metroswitchar till 100 procent, dvs. all trafik passerar dessa noder.
- Edgeinfrastrukturerna till 100 procent, dvs. all trafik passerar dessa infrastrukturer
- Edgeroutrar till 100 procent, dvs. all trafik passerar dessa noder.
- IP-infrastrukturen till 10 procent till 25 procent, dvs. 10 till 25 procent av trafiken passerar dessa infrastrukturer.
- IP-routrar till 60 procent, dvs. 60 procent av all trafik passerar dessa noder.

Detta möjliggör en beräkning av trafiken från hyrda förbindelser för varje nod och infrastruktur, vilken tillförs routingmatrisen som beskriver hur varje nod och infrastruktur nyttjas av alla tjänster.

8.5.4 Enhetskostnader

Den årliga kostnaden för varje enskild utrustning erhålls från:

- Den totala inventarielistan för utrustningen,
- Enhetsutgiften (priset) för utrustningen för ett givet år,
- Finansiella parametrar som pristrend, ekonomisk livslängd och kalkylränta (WACC).

Den årliga kostnaden för en utrustning beräknas enligt följande ekvation:

$$A_t = Inventarielista_t \times Enhetskostnad_t \times \frac{(\omega - p) \times (1 + p)^{t-1}}{1 - \left(\frac{1+p}{1+\omega}\right)^n}$$

Där:

- $Inventarielista_t$ är det totala antalet faktiska enheter beräkningsåret *t*
- $Enhetskostnad_t$ är enhetskostnaden för beräkningsåret *t*
- ω är WACC och p är utrustningens pristrend
- n är utrustningens livslängd
- $(1 + p)^{t-1}$ är index för att bestämma utrustningens nuvärde

Figur 57 - Enhetskostnader

	Network assets	Dimensioning driver	Driver capacity	Asset ID	Space	Power	Cooling	Asset life	Equipment cost	Installation	Asset cost inc. installation	Price trend	Year of the inputs
					m²	kW	W/m²	years	SEK	SEK	SEK	%	
	Fibre Aggregation Switch												
1	Chassis Type 1 (24 ports)	Port	24	A1	-	-	-	15	2 700	15%	3 105	0,0%	2013
2	Chassis Type 2 (480 ports)	Port	480	A2	-			15	2 700	15%	3 105	0,0%	2013
3	Type 1 Line card			A3	0,05	315	720	5	14 700	5%	15 435	0,0%	2013
4	Type 2 Line card			A4	0,05	315	720	5	14 700	5%	15 435	0,0%	2013
5	Type 1 Management system			A5				5	967 226	18%	1 136 491	-5,0%	2013
6	Type 2 Management system			A6				5	1 354 117	18%	1 591 087	-5,0%	2013
7	spare			A7				1				0%	2016
8	spare			A8				1				0%	2016

Källa: *Coremodellen,* flik [Unit costs]

Pristrender och ekonomiska livslängder har erhållits från Hybridmodellen.

Enhetskostnaderna för TDM, IMS, switchar, signalförstärkare, WDM och ODF (coredelen) är baserade på data från Hybridmodellen.

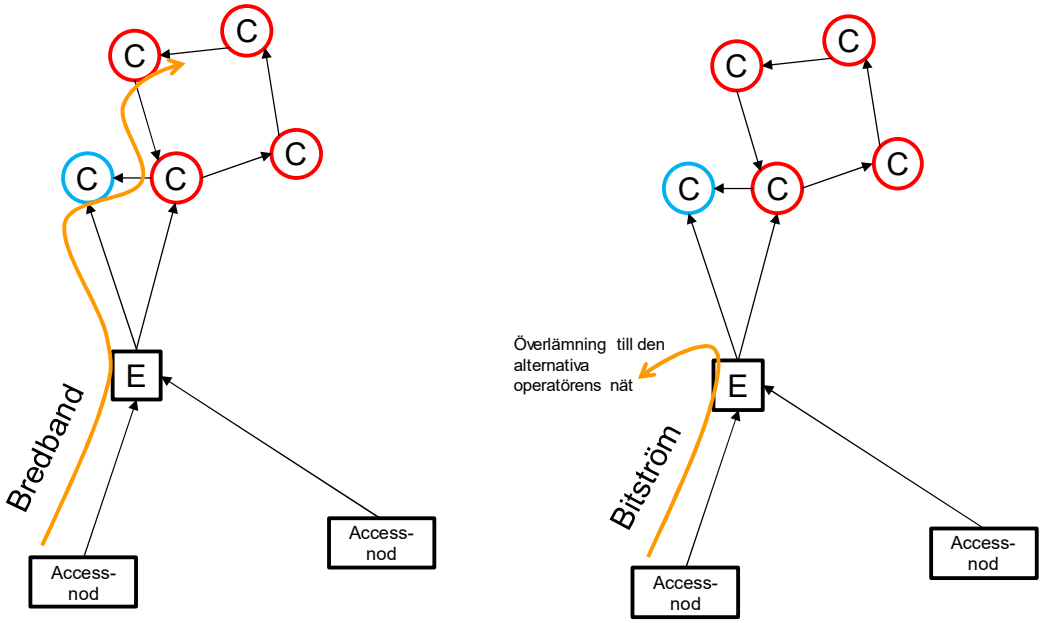
Kostnaden för infrastruktur som används i *Accessmodellen* och som tillförs *Coremodellen*, kostnaden för routrar liksom kostnaden för ledningssystem har erhållits ur data från svenska operatörer, Hybridmodellen och internationella jämförelsetal.

8.5.5 Routingtabell

Routingtabellen består av routingfaktorer som fördelar den förväntade framtida efterfrågan på de olika delarna av nätet. Routingfaktorer definieras som den genomsnittliga frekvensen som en specifik tjänst använder ett visst nätelement.

De routingfaktorer som används i modellen är i överensstämmelse med den underliggande nätarkitekturen och hur en viss tjänst nyttjar ett visst nätelement. Routingmatrisen utgår från den matris som används i Hybridmodellen.

Figur 58 - Hur bredband och bitström använder nätet



Källa: TERA Consultants

Telefonitjänster använder edge- och IP-routrar, aggregerings- och metroswitchar, men inte fiberaccesswitchar[26], utrustning för samtrafik (media gateway, IMS), samt infrastruktur på den allmänna, metro- och edgenivån. Slutkundstjänsten fast telefoni använder infrastrukturen på IP-nivån, medan grossisttjänsterna originering och terminering inte gör det, eftersom de överlämnas för samtrafik vid första Core-IP-router.

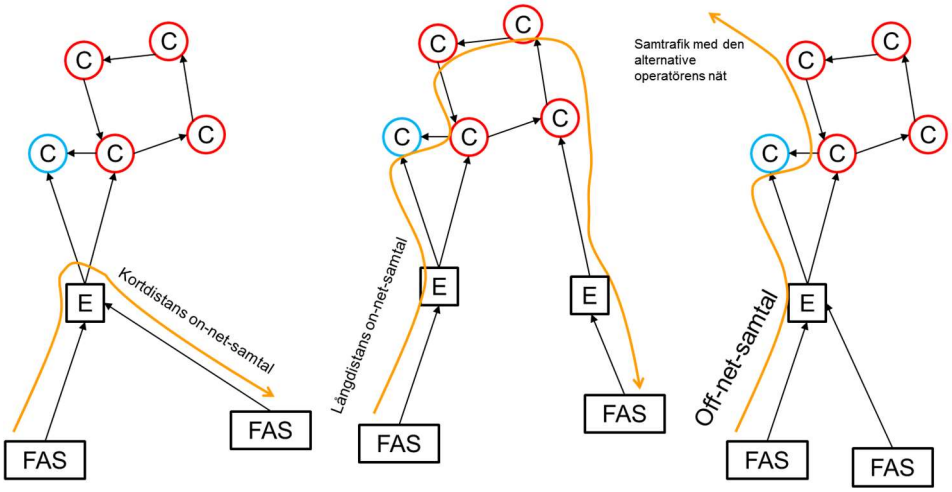
- Grossisttjänsterna terminering och originering använder nätets utrustningar en gång.
- Slutkundstjänsten fast telefoni använder nätet upp till två gånger:
    - Upp till två gånger för on-net-samtal[27], eftersom det använder nätet både upp- och nedströms, och det faktum att ett on-net samtal går tillbaka till den lägsta nivån i nätet eftersom mottagande anslutning finns i samma nät. Ett on-net samtal kan alltså använda hela nätet upp till två gånger. Ett kortdistans on-net samtal kan dock kopplas tillbaka till lägre nätnivå redan i edge- eller aggregeringsswitchen: ett

[26] Fiberaccesswitchar dimensioneras i enlighet med den totala efterfrågan, dvs. bredband och telefoni/ISDN, men kostnaderna bärs endast av bredband i enlighet med Hybridmodellen.
[27] Avser samtal inom eget nät

on-net samtal använder därför i genomsnitt IP-routern i mindre omfattning än det använder edgeroutern, vilken i sin tur används mindre än aggregeringsswitchen.

- Off-net[28]-samtal passerar nätet bara en gång.

Figur 59- Hur 'on-net'- och 'off-net'-samtal använder nätet



Källa: TERA Consultants

Eftersom alla off-net samtal överlämnas för samtrafik på IP-nivån, kan ett off-net samtal därför använda corenätet i större omfattning än ett kortdistans on-net samtal som kopplas tillbaka till lägre nätnivå redan vid aggregeringsswitch eller edgerouter. För IP-routers är därför routingfaktorn för "FO internal" samtal i genomsnitt lägre än den är för off-net samtal. Routingfaktorn för "FO external" samtal - eller långdistanssamtal – är dock den dubbla jämfört med off-net-samtal.

På motsvarande sätt använder bredbandstjänster switchar, routrar och infrastruktur på alla nätnivåer. I modellen antas dessutom att infrastruktur på metronivån används i samma utsträckning som infrastruktur på den allmänna nivån.

Bitströmstjänster använder nätet på motsvarande sätt, förutom att de inte använder de övre nätnivåerna (infrastruktur på edge- och IP-nivån samt IP-routrar).

[28] Avser samtal till andra nät.

Till skillnad från andra tjänster för vilka routingfaktorerna är noll, ett eller två, motsvarar routingfaktorerna för IPTV och hyrda förbindelser deras totala trafik på respektive nätnivå.

Tabell 37 - Förenklad routingmatris

	Fibre access switches	Agg./Metro	Edge routers	Core routers	TDM/SIP/IMS	TDM/SIP/IMS pure increment	Common infra (voice only)	Common and Metro infra	Edge infra	Core infra
Driver	Subs	Gbps	Gbps	Gbps	Calls/ Erlang	Erlang	Erlang	Gbps	Gbps	Gbps
Retail voice		1-2	1-2	0-2	0-2		0.6-1.4	0.6-1.4	0.8-2	0-1
Interco termination		1	1	1-2	1	1-2	0.6	0.6	1	0-1
Interco orig.		1	1	1-2	1		0.6	0.6	1	0-1
Interco transit.				1-2	1-2					0-1
Broadband	1	1	1	1				1	1	1
Bitstream	1	1	1					1		
Bitstream transport			1	1					1	
Bitstream pro transport									1	
VoD/IPTV		1	1	1				1	1	1
Leased lines		1	1	1				1	1	1

Källa: TERA Consultants

Med undantag av routingfaktorer för infrastruktur på metronivån, som inte ingår i Hybridmodellen, är routingmatrisen baserad på Hybridmodellen.

Routingmatrisen har justerats för att beakta uppströms trafik samt den gradvisa förändringen av kostnaderna för xDSL-tjänster och har därefter normaliserats så att varje faktor avspeglar den andel av den totala kostnaden som förbrukas av varje tjänst.

8.6 Beräkningar

8.6.1 Dimensionering av nätet

8.6.1.1. Prognos för efterfrågan

För varje dimensionering av efterfrågan (linjer, trafik) och för varje tjänst, dimensioneras nätet enligt den maximala efterfrågan under de tre år som följer från beräkningsåret.

Till exempel, för dimensionering av nätet för 2018, kommer rösttrafiken från 2018 att användas (minskande efterfrågan) medan bredbandstrafiken från 2021 kommer att användas (ökande efterfrågan).

8.6.1.2. Utrustningar som dimensioneras baserat på antal anslutningar

Strukturen och dimensioneringsprinciperna för switchar (fiberaccessswitchar, aggregeringsswitchar och metroswitchar) redovisas i avsnittet 8.4..

Beräkningarna redovisas i kalkylbladet [Line-driven assets] utifrån de tekniska konstruktionsprinciper som redovisas i kalkylbladet [Design rules].

För varje accessnod bestäms det totala antalet abonnenter enligt fördelningen av abonnenter per tjänstegrupp på respektive site (xDSL, FTTH, hyrda förbindelser, telefoni).

När efterfrågan överskrider kapaciteten för Typ1-switchar, används i stället Typ2-switchar.

Antalet linjekort per site fastställs enligt en nedifrån-och-upp-metodik, liksom antalet chassin per site. Denna beräkning görs i avsnitt 2 Per site inventory i kalkylbladet [Line-driven assets] och redovisas på nationell nivå i avsnitt 1.1 Fibre Access Switch.

På det här stadiet görs justeringar avseende reservkapacitet.

Antalet aggregeringsswitchar är baserat på antalet siter med fiberaccessswitchar.

Antalet metroswitchar är baserat på antalet accessnoder som ansluts till en metrolänk.

Dessa beräkningar görs i avsnitt 1.2 Aggregation and metro switches i kalkylbladet [Line-driven assets].

Våglängdsutrustningar (WDM) etableras för fiberbackhaultjänster. Eftersom dess tjänster är fiktiva (efterfrågan utgörs av en krets), består inventarielistan därför av en

enhet per krets. Denna beräkning görs i avsnittet 1.3 WDM i kalkylbladet [Line-driven assets].

Slutligen, och i enlighet med Hybridmodellen, dimensioneras de ODF:er som tillhör corenätet, och som etableras utöver de ODF:er som tillhör accessnätet. Varje corenätsnod har en ODF:

- En 24-fibers per site på den allmänna nivån (dvs. accessnoder),
- En 96-fibers per edge- och IP-nod

Denna beräkning görs i avsnitt 1.4 ODF i kalkylbladet [Line-driven assets].

Figur 60 - Dimensionering av fiberaccesswitchar

Fibre access swiches		2021	
Intermediary calculations			
Nb sites	Total (1 & 2)	6 402	
	1	1 425	
	2	4 977	
Nb switches	1	2 220	
Nb lines	1	-	xDSL
	1	37 269	POTS
	1	37 269	Total
Nb cards (before uplift)	1	2 220	
Nb switches	2	9 320	
Nb lines	2	2 748 625	xDSL
	2	205 629	POTS
	2	2 954 254	Total
Nb cards (before uplift)	2	125 641	
Fibre access switches elements			
Switches	1	2 220	
Common parts	1	2 243	
Line cards	1	2 331	
Management system	1	-	
Switches	2	9 320	
Common parts	2	9 414	
Line cards	2	131 924	
Management system	2	-	

Källa: *Coremodellen,* flik [Line-driven assets].

8.6.1.3. Total trafik

Efterfrågan kan uttryckas på fyra olika sätt:

- Antal abonnenter
- Gbit/s i nätet

Och för telefonitjänster

- Samtal vid bråd timme
- Erlangs vid bråd timme

Efterfrågan bestäms i enlighet med dessa fyra parametrar för det aktuella modelleringsåret.

Den dimensionerande faktorn – eller allokeringsnyckeln – för varje nätelement är dock inte nödvändigtvis uttryckt med samma mått.

Följande nätelement är därför dimensionerade eller allokerade enligt:

- Antal abonnenter: Fiberaccesswitchar
- Gbit/s i nätet: Aggregerings- och metroswitchar, edge- och IP-routers, våglängdsutrustning (WDM), och infrastruktur[29] .
- Samtal vid bråd timme: Media gateway controllers, IMS controller
- Erlangs vid bråd timme: alla övriga samtrafikrelaterade element och infrastruktur som endast används för telefoni.

Figur 61 - Total trafik uttryckt i abonnenter, data trafik, samtal och Erlangs vid bråd timme

Total traffic	Type of service	Current year Subs	Maximum traffic from 2018 to 2021 Gbps	Call	Min
		Subscribers	Gbps	bh#	bhE
RET.FO internal	Copper	-	0,89	225 844	8 990
RET.FO external	Copper	-	0,35	71 630	3 564
RET.Internet dial-up (network product)	Copper	-	-	-	-
RET.IN services (all excl Mass call)	Copper	-	0,14	26 939	1 467
RET.0718 Telia Mass call service	Copper	-	0,00	5 831	15
RET.International inbound	Copper	-	0,06	18 924	617
RET.International out	Copper	-	0,05	12 895	468
RET.Directory enquiry service & operat	Copper	-	0,00	613	12
RET.Fixed to OLO Mobile	Copper	-	0,70	264 338	7 128
RET.Fixed to OLO Fixed	Copper	-	0,43	108 975	4 341
RET.Emergency calls	Copper	-	0,00	382	12
RET.Other calls	Copper	-	0,00	255	8
IC.Orig.[spare]	Copper	-	-	-	-
IC.Orig.[spare]	Copper	-	-	-	-
IC.Orig.Single segment	Copper	-	0,58	128 543	5 879
IC.Orig.Double segment	Copper	-	0,01	2 171	104
IC.Term.[spare]	Copper	-	-	-	-
IC.Term.[spare]	Copper	-	-	-	-
IC.Term.Single segment	Copper	-	2,01	496 328	20 404
IC.Term.Double segment	Copper	-	0,14	35 325	1 415
IC.TS.Single transit	Copper	-	0,51	151 118	5 128
IC.TS.Double transit	Copper	-	0,05	20 705	515
BB.Private.ADSL 250	Copper	1	0,00	-	-

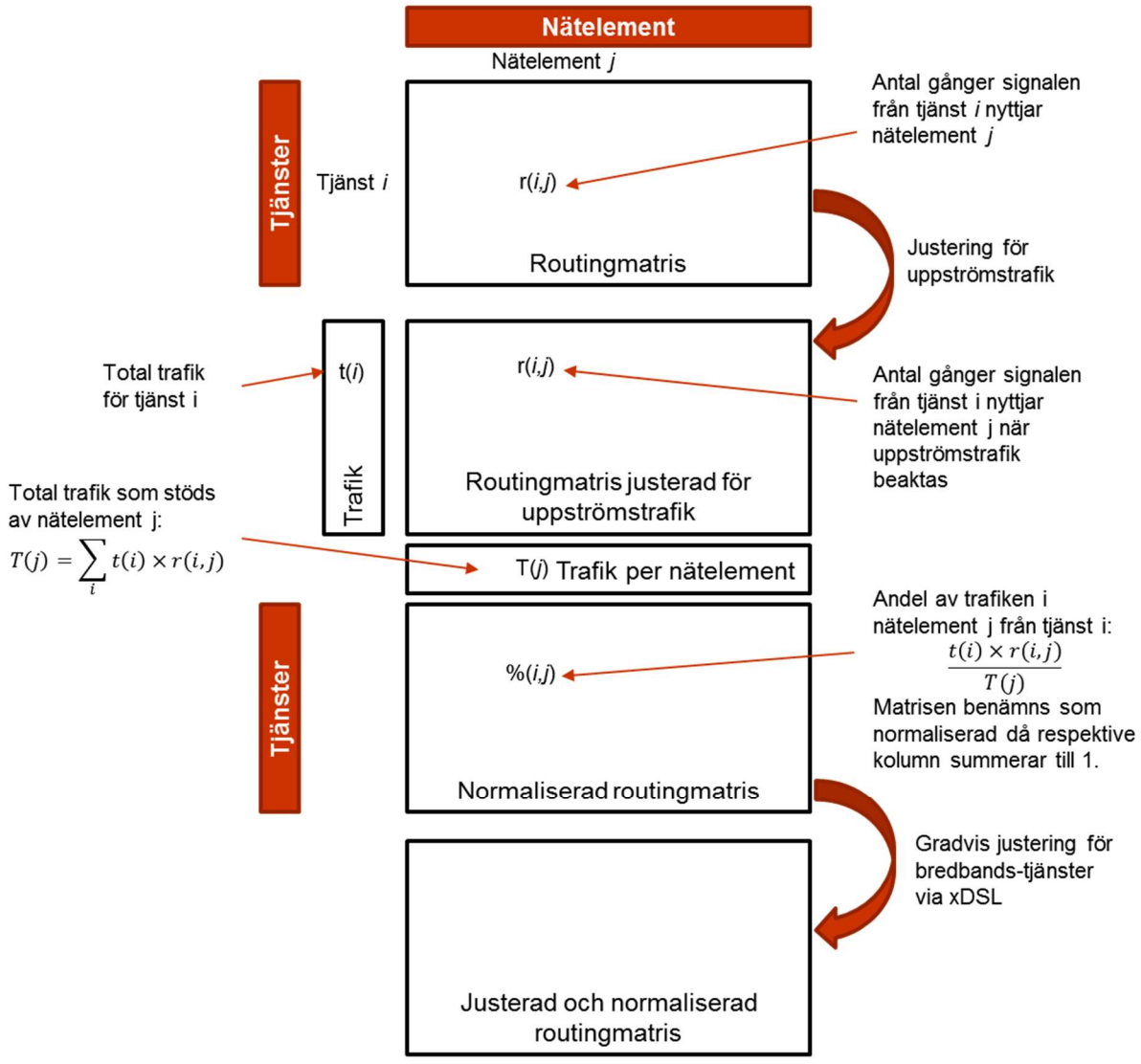
[29] Med undantag av infrastruktur som bara används av telefoni.

Källa: *Coremodellen,* flik [Total traffic]

Denna grova uppskattning av efterfrågan läggs in i routingmatrisen, efter att den justerats för att avspegla respektive tjänsts faktiska nyttjande av nätet. Den normaliserade routingmatrisen redovisar den kostnadsandel som allokeras till varje tjänst på respektive nätnivå.

Elementet $\%_{i,j} = \%(tjänst_i, element_j)$ anger att $\%_{i,j}$ av kostnaden för element *j* orsakas av tjänst *i* och ska därför allokeras till tjänst *j*

Figur 62 - Bedömning av kostnadsandelar och kostnadsdrivare för varje tjänst och nätelement (den normaliserade matrisen)



Källa: TERA Consultants

Detta utförs i tre steg:

- Den ursprungliga routingmatrisen justeras för att även inkludera uppströmstrafik.
- Den genererade routingmatrisen är ”normaliserad” och genom fördelning av den totala trafiken för varje tjänst erhålls kostnadsandelen för varje tjänst på varje nätnivå.

- Den normaliserade routingmatrisen justeras ytterligare genom att inkludera en gradvis ökning av kostnader för xDSL-tjänster.

8.6.1.3.1. Justerad routingmatris

Den ursprungliga routingmatrisen justeras med påläggför att avspegla att all nedströmstrafik även resulterar i uppströmstrafik. Exempelvis multipliceras bredbandstrafiken med en faktor på 1,25, medan telefonitrafik multipliceras med en faktor på 2. Denna justering görs i matrisen, bredbandstrafiken använder nätelementen 1,25 gånger, medan telefonitrafik använder dem 2 gånger.

Routingfaktorerna justeras med en uppströmsfaktor där det är relevant, dvs. där kostnadsdrivaren – eller fördelningsnyckeln – för ett nätelement är trafiken och inte antalet samtal, minuter eller abonnenter. Detta är fallet för routrar, våglängdsutrustningar och för infrastruktur.[30]

8.6.1.3.2. Normaliserad routingmatris och total trafik

För dimensionering av varje nätelement beräknas den totala efterfrågan i enlighet med de justerade routingfaktorerna:

$$total\ trafik\ (element) = \sum_{k=1}^{n} trafik(k) \times routingfaktor(element, k)$$

Där "Trafik" antingen betyder abonnenter, Gbit/s trafik, samtal vid bråd timme eller Erlang vid bråd timme beroende på vilket nätelement som ska dimensioneras.

Den totala trafik som nätelementet ska klara av blir därför:

$$trafik(k) \times routingfaktor(element, k)$$

D.v.s. den totala trafiken för varje tjänst multiplicerat med antalet gånger som tjänsten k använder nätelementet.

Andelen av trafik (och kostnader) som ska allokeras till tjänsten blir då:

$$\%(element, k) = \frac{trafik\ (k) \times routingfaktor(element, k)}{total\ trafik\ (element)}$$

[30] Med undantag för infrastruktur som endast används för telefoni.

8.6.1.3.3. Justering med gradvis förändring i routingmatris

För att kunna erhålla en kostnad för xDSL-tjänster (bredband och bitström) tillämpas en glidande skala, i enlighet med Hybridmodellen.

Tabell 38 - En gradvis ökning av kostnaderna för xDSL tjänster

Hastighet (Kbit/s)	"Gradient"
250	1,36
500	2,06
2000	3,44
8000	4,83
24000	5,93
30000	6,15
60000	6,84

Källa: TERA Consultants, PTS

Skalan för en gradvis ökning av kostnaderna används för att återspegla användandet av tjänsten, en kund med ett abonnemang som ger låg hastighet bör betala en högre kostnad per Mbit/s jämfört med en användare som använder en tjänst med hög hastighet.

Skalan för den gradvisa förändringen av kostnaderna tillämpas på alla utrustningar, men på två olika sätt:

- För IP-routers och infrastruktur på edge och IP-nivån tillämpas skalan för den gradvisa förändringen bara för xDSL-bredband, eftersom bitström överlämnas till grossistkunder vid edgerouter.
- För alla andra utrustningar tillämpas skalan för den gradvisa förändringen för både bredband xDSL och bitström xDSL-tjänster.

8.6.1.4. Utrustningar som dimensioneras baserat på trafik

Strukturen och dimensioneringsprinciperna för routers (edge- och IP-routers) beskrivs i avsnitt 8.4.

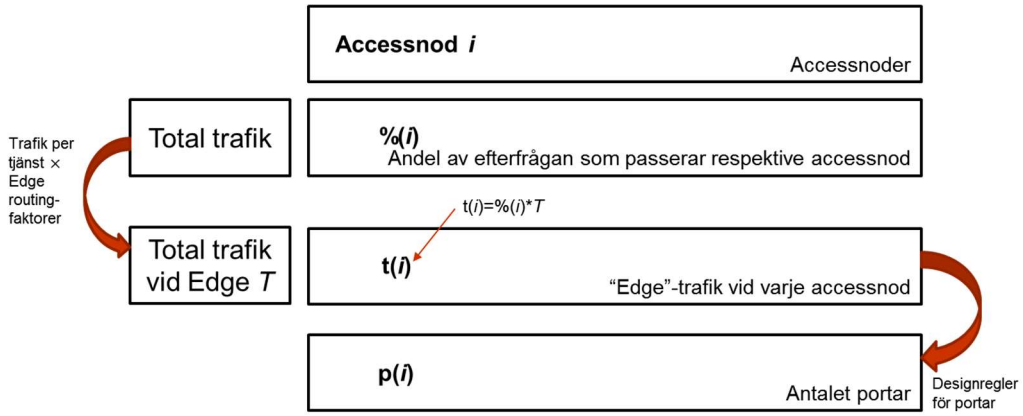
Beräkningarna görs i kalkylbladen [Line-driven assets] och [Traffic-driven] baserat på de tekniska principer som beskrivs i kalkylbladet [Design rules].

8.6.1.4.1. Trafik per site

Den totala trafiken för alla tjänster beräknas för varje accessnod, baserat på hur trafiken som generas av de olika tjänsterna fördelas mellan siterna. Trafiken per accessnod som förs vidare till edgenivån är då den totala edge-trafiken på edgenivån

multiplicerat med andelen trafik som passerar genom accessnoden. Antalet portar per accessnod hämtas sedan från ”Edge traffic” på accessnodsnivå.

Figur 63 - Dimensionering av edgerouters portar för nedlänk



Källa: TERA Consultants

Denna beräkning görs i avsnitt 2 Per site inventory i kalkylbladet [Line-driven assets], i kolumnerna Y till AP.

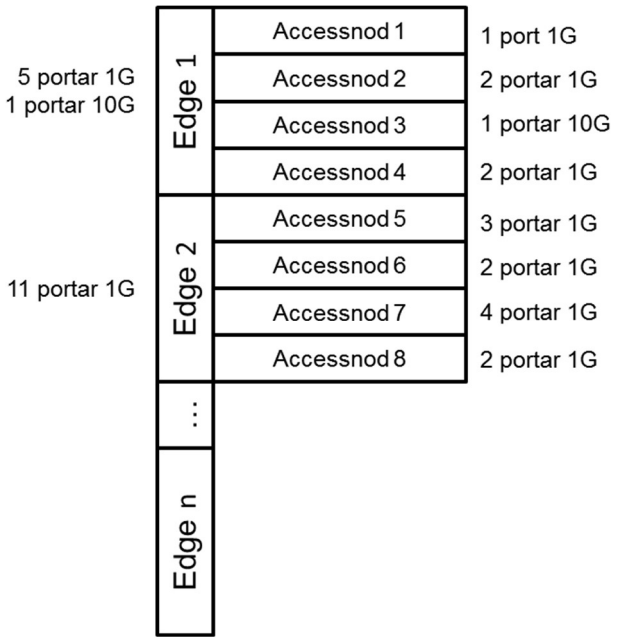
Figur 64 - Dimensionering av edgenoders portar för nedlänk

Access node	Edge	Total traffic	Ports 1G	Ports 10G
		Mbps	%	%
Access node				
A	LDG	4 437	0	1
A KC03	LDG	2 757	0	1
A KC04	LDG	931	0	1
A KC06	LDG	60	1	0
A KC07	LDG	2 390	0	1
A KC08	LDG	2 549	0	1
A KC09	LDG	24	1	0
AB	GLE	98	1	0
AB KC51	GLE	39	1	0
ABA	F	312	1	0
ABB	LV	79	1	0
ABBE	NBO	75	1	0
ABBG KC51	LSE2	253	1	0

Källa: *Coremodellen,* flik [Line-driven assets],

Portarna allokeras sedan till sin överordnade edgenod baserat på Common-Edge allokeringen (redovisas i kolumn AJ) i samma kalkylblad. För varje edgenod summeras antalet portar, en beräkning som görs i avsnitt 1.1 Edge routers i kalkylbladet [Traffic-driven assets], raderna 19 och 20.

Figur 65 - Indelning av portar i nedlänk från accessnod till edgerouter



Källa: TERA Consultants

På motsvarande sätt är trafiken på IP-nivån för respektive accessnod den totala trafiken multiplicerat med den andel av trafik som passerar accessnoden. För varje IP-nod summeras trafiken för nedlänk. Denna beräkning görs i avsnitt 1.2 Core IP routers i kalkylbladet [Traffic-driven assets], på rad 49.

Figur 66 - Dimensionering av IP-routers portar för nedlänk

				Edge traffic	Core traffic
UTO_ID	Edge	IP red	IP blue	Total traffic	Total traffic
A	LDG	ÖR	KS	1,330	2,329
A KC03	LDG	ÖR	KS	672	1,177
A KC04	LDG	ÖR	KS	220	386
A KC06	LDG	ÖR	KS	9	15
A KC07	LDG	ÖR	KS	604	1,057
A KC08	LDG	ÖR	KS	673	1,178
A KC09	LDG	ÖR	KS	4	8
AB	GLE	UM	LL	47	83
AB KC51	GLE	UM	LL	2	4
ABA	F	GL/A	F	48	94

Källa: TERA Consultants

8.6.1.4.2. Dimensionering av utrustning

Edgeroutrar dimensioneras efter antalet portar i nedlänk (rad 19 och 20) och deras trafik i upplänk (raderna 24 till 26). Beräkningen av trafik i upp- och nedlänk samt portar redovisas i avsnitt 6.4.1.3. Edgerouterns beståndsdelar härleds sedan från det totala antalet portar per router (raderna 29 till 35).

Figur 67 - Dimensionering av edgerouter

Edge routers			Sites	Total	ÄB	ÄG	ÄHM	ALS
					1	2	3	4
IP-Edge allocation								
IP blue					UM	HST KC09	UM	G/VA
IP red					LL	DRO	LL	G/MT
Downlink ports								
Downlink traffic		Mbps	SANT	**11 277 246**	59 707	106 628	1 660	87 940
Downlink ports 1G		#		**3 961**	45	22	-	35
Downlink ports 10G		#		**2 904**	19	39	1	25
Uplink ports								
Uplink traffic	2	Mbps		**10 276 126**	54 399	97 431	1 510	80 399
Uplink ports 10G to blue	7680			**1 410**	8	13	1	11
Uplink ports 10G to red	7680			**1 410**	8	13	1	11
Uplink ports 10G		#		**2 820**	16	26	2	22
Edge router elements	**Dimensioning factors**							
Rack	11	#	**139**	**137**	1	1	1	1
MPC backbone	2	#	6	**893**	6	10	1	7
MPC customer	2	#	-	-	-	-	-	-
Card 10G	4	#	11	**1 481**	9	17	1	12
Card 1G	20	#	2	**258**	3	2	-	2
SFP 10G	1	#	41	**5 724**	35	65	3	47
SFP 1G	1	#	28	**3 961**	45	22	-	35

Källa: *Coremodellen,* flik [Traffik driven assets]

IP-routrarna dimensioneras enligt deras trafik i nedlänk (raderna 49 och 50) och deras trafik i upplänk (raderna 53 till 55). Beräkningen av trafik i ned- och upplänk

redovisas i avsnitt 6.4.1.4. IP-routerns beståndsdelar härleds sedan från det totala antalet portar per router (raderna 58 till 60).

Figur 68 - Dimensionering av IP-router

Core IP routers			Sites	Total	KR	F	DRO	GL/A
					1	2	3	4
Twin node								
Color					Red	Red	Red	Blue
Twin node					FÖ	GL/A	HST KC09	F
Downlink ports								
Downlink traffic		Mbps	SANT	**20 552 252**	373 221	592 792	730 281	592 792
Downlink ports 10G		#		**2 820**	51	82	100	82
Uplink ports								
Uplink traffic to opposite	100%	Mbps		**20 552 252**	373 221	592 792	730 281	592 792
Uplink traffic in the ring	36%	Mbps		**82 209 008**	3 601 056	3 521 212	3 471 216	3 521 212
Uplink ports 10G	7680	#		**13 392**	518	536	548	536
IP router elements	**Dimensioning factors**							
Rack	11	Mbps	**24**	**84**	3	3	3	3
Card 10G	20	Mbps	34	**820**	29	31	33	31
SFP	1	#	676	**16 212**	569	618	648	618

Källa: Coremodellen, flik [Traffik driven assets]

8.6.1.4.3. Signalförstärkare

I linje med vad som beskrivs i avsnitt 8.6.1 placeras signalförstärkare på de långa länkarna i infrastrukturen på edge- och IP-nivån.

Signalförstärkare placeras ut varje:

- 80 km i infrastrukturen på IP-nivån,
- 100 km i infrastrukturen på edgenivån.

Antalet är baserat på varje länks längd, men justeras för att ta hänsyn till i vilken omfattning som länkarna är sammanslagna. Justeringen görs i kalkylbladet [Traffic-driven assets] i avsnitt 1.3 Repeaters.

8.6.2 Kostnadsberäkning i nätet

De totala kostnader som ska återvinnas från nätet kan delas upp enligt följande:

- Nätinvesteringar som ligger till grund för beräkning av årskostnader (annuiteter)
- Driftkostnader för nätet
  - Byggnader och inplaceringar
  - Drift, reparationer och underhåll
- Icke-nätrelaterade driftkostnader
  - Samkostnader, overheadkostnader
  - Kostnader för grossistverksamhet och fakturering

Investeringar och nätrelaterade driftkostnader beräknas enligt inventarielistan för varje utrustning och enhetskostnaden för varje enhet som t.ex. kostnaden för en router, hyreskostnader etc. Dessa kostnader är direkt hänförliga till varje nätelement, och kan därför fördelas till de tjänster som ska bära kostnaderna.

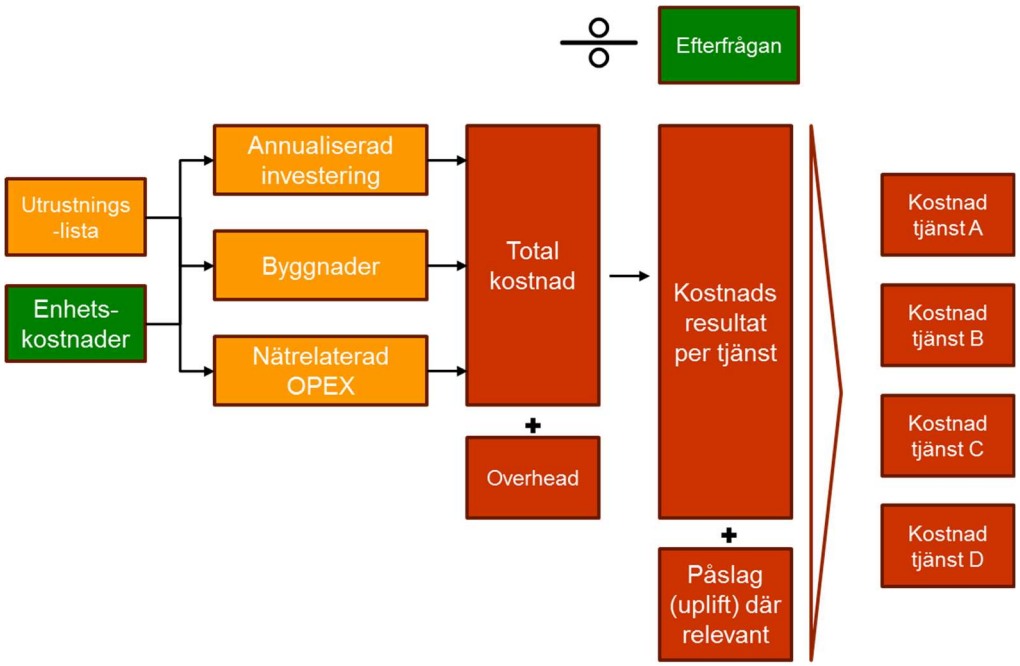
En uppskattad beräknad enhetskostnad kan sedan härledas från den totala kostnaden som allokerats till respektive tjänst genom routingmatrisen delat med efterfrågan på tjänsten (minuter, samtal, abonnenter).

Samkostnader kan inte hänföras till enskilda nätelement, utan adderas till totalkostnaden som ett likaproportionerligt påslag (equi-proportionate mark-up, EPMU).

Detta är med undantag för fast terminering som inte tilldelas några samkostnader eftersom det är en renodlad tillämpning av LRIC.

Till denna enhetskostnad adderas sedan tjänstens andel av grossistkostnaderna. Påslag relaterade till samkostnader och kostnader för grossistverksamhet sker i *Konsolideringsmodellen*.

Figur 69 - Kostnadsberäkning i nätet



Källa: TERA Consultants

8.6.2.1. Investeringar och årskostnader

Den totala inventarielistan för varje utrustning multipliceras sedan med utrustningens enhetskostnad för att erhålla den totala investeringskostnaden för utrustningen.

Kostnaden för drift- och ledningssystem fastställs som en andel av den totala investeringen för varje utrustningskategori. Den totala investeringskostnaden för det aktuella året multipliceras med avskrivningsfaktorn för att erhålla årskostnaden för investeringen. Dessa beräkningar redovisas i kalkylbladet [Investment], i kolumn K för investeringen och i kolumn O för årskostnaden.

Figur 70 - Beräkning av investeringar och årskostnad

	Total costs	Inventory Total LRIC	Pure LRIC	2018 Unit cost	Investment Total LRIC	Pure LRIC	Depreciation	Annual cost Total LRIC
Total								
	Total				**2 564 075 942**	**11 116 657**	**22,5%**	**575 649 531**
	Fiber Access Switch : Common : TP	*11 657*		*3 189*	**37 174 964**	**-**	**9,7%**	**3 601 559**
1	Chassis Type 1 (24 ports)	2 243		3 105	6 964 515	-	9%	645 820
2	Chassis Type 2 (480 ports)	9 414		3 105	29 230 470	-	9%	2 710 545
5	Type 1 Management system	-		879 395	-	-	25%	-
6	Type 2 Management system	-		1 231 153	-	-	25%	-
38	Fibre Access Switch management syste	11 657		2,7%	979 979	-	25%	245 194
	Fiber Access Switch : SFP : All	*134 255*		*15 435*	**2 072 225 925**	**-**	**22,7%**	**471 246 782**
3	Type 1 Line card	2 331		15 435	35 978 985	-	23%	8 182 014
4	Type 2 Line card	131 924		15 435	2 036 246 940	-	23%	463 064 769

Källa: *Coremodellen,* flik [Investment]

8.6.2.2. Nätrelaterade driftkostnader

8.6.2.2.1. Byggnader och inplaceringar

Utgiften för byggnader och inplaceringar beräknas enligt en nedifrån-och-upp metodik för varje nätelement, i enlighet med dess energiförbrukning, behov av golvyta, etc:

- Kostnaden för golvyta baseras på den yta som krävs för respektive komponent i nätelementet (linjekort i fiberaccesswitch) eller för nätelementet, multiplicerat med hyresutgiften per kvadratmeter.
- På motsvarande sätt är energikostnaden baserad på energiförbrukningen för respektive nätelement (i kWh), multiplicerad med energikostnaden.
    - Kostnaden för utrymmesanpassning (kyla, kraftförsörjning, etc.) adderas till energikostnaden. Eftersom den dimensioneras efter den effekt som erfordras, omvandlas det till kostnad per kWh baserat på nyttjandegraden.[31]

[31] Det antas att halva den installerade effekten används för luftkonditionering och inte för den aktiva utrustningen.

- Slutligen baseras kostnaden för luftkonditionering på värmeavgivningen per kvadratmeter för varje nätelement, multiplicerat med kostnaden för luftkonditionering (kostnaden för energiförbrukning gånger verkningsgrad).

Enhetskostnaderna för byggnader och inplacering är baserade på data från SMP-operatören och redovisas i kalkylbladet [Opex and accomodation], i avsnitt 1 Unit costs of accommodation. Kraven på golvyta och energiförbrukning är baserade på uppgifter från Hybridmodellen, och redovisas i samma kalkylblad, i avsnitt 2 Total costs of accommodation for each asset, i kolumnerna P-R.

Figur 71 - Beräkning av byggnads- och inplaceringskostnader

Accomodation	Total yearly cost		Cost			Inventory	
	2 018		Space	Power	Air conditioning		m2
Fiber Access Switch : Common : TP	-		-	-	-		
1 Chassis Type 1 (24 ports)	-		-	-	-	2 243	-
2 Chassis Type 2 (480 ports)	-		-	-	-	9 414	-
5 Type 1 Management system	-		-	-	-	-	-
6 Type 2 Management system	-		-	-	-	-	-
38 Fibre Access Switch management system	-		-	-	-	11 657	-
Fiber Access Switch : SFP : All	215 860 561		9 110 904	156 701 607	50 048 051		
3 Type 1 Line card	3 815 751		226 064	2 720 729	868 958	2 331	0,05
4 Type 2 Line card	212 044 810		8 884 840	153 980 878	49 179 092	131 924	0,05

Källa: *Coremodellen,* flik [Opex and accomodation]

8.6.2.2.2. Drift och underhåll

Drifts- och underhållskostnader beräknas enligt en uppifrån-och-ned-metodik för varje nätelement, i enlighet med de totala kostnaderna för drift- och underhåll för varje nätelement, baserat på information från operatörer.

Drift och underhållskostnader hänförligt till accessnoderna skalas ner baserat på förhållandet mellan antalet accessnoder i *Coremodellen* och det totala antalet accessnoder som ligger till grund för de uppifrån-och-ner kostnader som erhållits från operatörer.

När utgifterna redovisas på en mer aggregerad nivå fördelas dessa på de olika nätelementen i relation till årskostnaden för investeringen. Drift- och underhållskostnaderna beräknas i kalkylbladet [Opex and accommodation], i avsnitt 3 Maintenance OPEX.

8.6.2.2.3. Icke-nätrelaterade driftkostnader

De icke-nätrelaterade driftkostnaderna beräknas i *Konsolideringsmodellen.*

8.6.2.2.4. Totala kostnader

De totala kostnaderna för nätet, innan påslag för grossistkostnader, redovisas i kalkylbladet [Total costs]. De består av:

- årskostnad för investering (annuitet),

- byggnader och inplacering,
- driftkostnader för nät,

vilka sedan fördelas på respektive nätelement.

8.7 Enhetskostnader

8.7.1 Tjänster

En grovt beräknad kostnad per tjänst erhålls från den totala kostnad som, genom routingmatrisen, fördelats till respektive tjänst, och som sedan divideras med efterfrågan för tjänsten (minuter, samtal, abonnenter).

Den totala kostnad som fördelas till en given tjänst är summan av kostnaderna för denna tjänst för respektive använt nätelement. Den kostnad som allokeras till en viss tjänst för ett visst nätelement är den totala kostnaden för nätelementet multiplicerat med fördelningsnyckeln för den aktuella tjänsten, som erhållits från den normaliserade routingmatrisen. Den här beräkningen utförs i kalkylbladet [Services] i *Coremodellen*, i kolumnerna Y till AV (kostnader för en tjänst och ett nätelement), enligt den totala kostnaden per element (rad 13) och summerat för varje tjänst i kolumn V.

Beräkningen av kostnaden för fast terminering är baserad på en renodlad tillämpning av LRIC istället för den totala kostnaden som allokeras till tjänsterna. Kostnaden erhålls på rad 155 istället för rad 13 i kalkylbladet [Services].

En uppskattad kostnadsberäkning görs för alla tjänster enligt följande:

$$uppskattad\ enhetskostnad = \frac{\text{å}rlig\ kostnad\ f\ddot{o}r\ tj\ddot{a}nsten\ f\ddot{o}re\ p\text{å}slag}{total\ efterfr\text{å}gan\ f\ddot{o}r\ tj\ddot{a}nsten}$$

Figur 72 - Uppskattad och slutlig beräkning av enhetskostnader (före och efter påslag)

Unit costs per service	Model (before wholesa	2018					
	Monthly unit cost per minute	Monthly unit cost per call	Monthly unit cost per sub	Minutes	Calls	Subscribers	Total cost w/o Common costs call-driven costs	Total cost w/o Common costs total costs non-call-driven for voice	Total cost w/o Common costs
Total costs									
Services									
BB.Private.ADSL 250			0,72			1		9	9
BB.Private.ADSL 500			1,09			1		13	13
BB.Private.ADSL 2000			1,82			1		22	22
BB.Private.ADSL 8000			2,56			1		31	31
BB.Private.ADSL 24000			3,14			1		38	38
BB.Private.VDSL 30000			3,26			1		39	39
BB.Private.VDSL 60000			3,63			1		44	44
BB.Business.ADSL 250			0,84			1		10	10
BB.Business.ADSL 500			1,27			1		15	15
BB.Business.ADSL 1000			1,69			1		20	20
BB.Business.ADSL 2000			2,12			1		25	25
BB.Business.ADSL 8000			2,98			1		36	36
BB.Business.ADSL 24000			3,65			1		44	44
BB.Business.VDSL 30000			3,79			1		45	45
BB.Business.VDSL 60000			4,22			1		51	51
BB.FiberLan.0,20–0,25 Mbit/s			1,09			1		13	13
BB.FiberLan.8–10 Mbit/s			3,94			139 780		6 606 645	6 606 645
BB.FiberLan.50/8–100/10 Mbit/s			5,30			227 180		14 460 273	14 460 273
BB.FiberLan.50–100 Mbit/s			5,86			1 557 824		109 475 770	109 475 770
BB.FiberLan.1000 Mbit/s			7,14			588 037		50 367 996	50 367 996

Källa: *Coremodellen,* flik [Services]

Ett påslag för grossistkostnader tillförs sedan den uppskattade beräkningen av enhetskostnader, i enlighet med Hybridmodellen:

- Påslaget görs på kostnaden per minut och/eller kostnaden per samtal för telefonitjänsterna (slutkundstjänster och samtrafik).
    - Påslag för nummerportabilitet och allmänna grossistkostnader (den andel som fördelats till icke-reglerade tjänster) görs på slutkundstjänsten fast telefoni.
    - Påslag för kreditförluster, nummerportabilitet och allmänna grossistkostnader (den andel som fördelats till reglerade telefonitjänster) görs på origineringstjänsten.
    - Påslag för kreditförluster och allmänna grossistkostnader (den andel som fördelats till reglerade telefonitjänster) görs på termineringstjänsten.
    - Påslag för kundförluster, nummerportabilitet och allmänna grossistkostnader (den andel som fördelats till icke-reglerade tjänster), liksom påslag för fakturering av transit och system görs på transittjänsten

- Påslaget görs på enhetskostnaden för övriga tjänster i corenätet (bredband, bitström, TV, hyrda förbindelser).
    - Den del av påslag för allmänna grossistkostnader som fördelas till icke-reglerade tjänster blir fördelad på bredbandstjänsten
    - Den del av påslag för allmänna grossistkostnader som fördelats till reglerade datatjänster blir fördelad på övriga tjänster

Grossistpåslaget görs i kalkylbladet [Services] i *Coremodellen*, i kolumnerna L, M och N, i enlighet med de principer som fastlagts i kalkylbladet [Opex and accommodation] i avsnitt 4.6 Synthesis of uplifts.

Tabell 39 - Påslag på telefonitjänster

Uplifts	Retail	Origination	Termination	Transit
Debtors		**call, minute**	**minute**	**call, minute**
NP	**call**	**call**		**call**
Voice (regulated)		**call, minute**	**minute**	
Non-regulated	**minute**			**minute**
Transit billing				**call**
Transit costs (single)				**total costs**
Transit costs (double)				**total costs**
Transit costs (interface)				**minute**

Källa: TERA Consultants

Tillämpning av gemensamma kostnader och grossistkostnader (beskrivna ovan) redovisas i *Konsolideringsmodellen*.

9 Modell för samlokalisering och tillhörande installationer

Samlokaliseringsmodellen syftar till att beräkna kostnaderna för samlokalisering och tillhörande installationer som grossistköpare behöver för att realisera tjänster baserade på t.ex. lokalt tillträde till koppar- och fiberbaserad nätinfrastruktur. Samlokalisering och annat tillträde till tillhörande installationer möjliggör placering och drift av aktiv utrustning på siter, vilka kan vara byggnader eller tekniska anläggningar som innehåller en accessnod eller flera noder och möjliggör tillträde till infrastrukturen i dessa byggnader, som strömförsörjning, kylning, ventilation, säkerhet, och gemensamma faciliteter som skalskydd.

De modellerade tjänsterna baseras på tillträde till kopparbaserad nätinfrastruktur och kostnaderna är inte härledda på grundval av fiberekvivalenter (moderna likvärdiga tillgångar) eftersom processer, aktiviteter som krävs, och material som krävs kan vara väsentligt olika mellan koppar- och fiberbaserde tillträden.

9.1 Referensdokument och filer

Nedanstående tabell visar vilka referensfiler som har använts för att utforma modellen för samlokalisering och tillhörande installationer, *Samlokaliseringsmodellen*. Därutöver har TERA Consultants bidragit med underlag.

Tabell 40 – Referensfiler för Samlokaliseringsmodellen

Referensfil	Innehåll	Användning
Hybridmodellen 10.1 (PTS)	Samlokalisering och tillhörande installationer.	Dimensionering, resurser, produkter och visa enhetskostnader.
2016-12-DB-PTS - Data Request - Access - 160610_MF2 (Telia Company)	Enhetskostnader	Enhetskostnader för "tekniska lokaler", energi, kyla, ventilation och "byggnadskostnad för lokaler"

Vissa enhetskostnader som används i access- respektive coremodell (som t.ex. kostnader för kablar, schakt och metroswitchar) används även i modellen för samlokalisering och tillhörande installationer.

9.2 Indata

Det finns fem inmatningsflikar i modellen:

- produktlista [Product list]: efterfrågan på de produkter som ingår i modellen,
- dimensionering [Dimensions]: utrustningens dimensioner (rack, kablar),
- enhetskostnader [Unit costs]: enhetskostnader för utrustning, byggnader, lokaler, och arbetskostnader,
- resurser [Resource]: personal som krävs för att hantera de olika uppgifterna
- kontrollblad [Dashboard]: kapitalkostnad och pristrender.

9.2.1 Produkter och tjänster

Sammantaget är det sex kategorier av tjänster som utformas i modellen för samlokalisering och tillhörande installationer:

- installation av accesslinjer:
  - installation av POTS (telefoni)
  - installation av ISDN 2
- installation av bredbandslinjer:
  - privat,
  - företag,
- installation och migrering av GTA (WLR):
  - installation av en ny linje,
  - migrering av en linje,
- installation, borttagning, ändring eller upplysningar om lokalt tillträde:
  - installation av delad ledning, hel ledning, tillträde i kopplingsskåp eller tillträde i accessnod,
  - byte av operatör, på alla nivåer som kopplingsskåp, accessnod,
  - avstängning och borttagning av ledning,
  - informationsförfrågan på skåp eller nod data,
- installations-, ändrings- eller informationsförfrågan om bitströmstillträde
  - installation av delad ledning, hel ledning,
  - byte av operatör eller typ av abonnemang,
  - informationsförfrågan på skåp eller accessnodsdata,
- samlokalisering
  - samlokalisering av rack, energi, kabel vid SMP-operatörens siter som har accessnoder,
  - installation av rack, kabeldragning eller kraft vid SMP-operatörens siter som har accessnoder,

- samlokalisering av sammankopplingspunkter (points of interconnection).

Varje tjänst har genererat en lista över specifika åtgärder som SMP-operatören utför på uppdrag av en tillträdande operatör för att installera en linje i SMP-operatörens site (accessnod) eller installera utrustning för den alternativa operatören.

Alla dessa tjänster finns angivna i [Product List] i *Samlokaliseringsmodellen*

Underliggande antaganden (hantering av uppgifter och resurser som används för varje tjänst) finns förtecknade i kalkylbladen [Resource] och [Dimension]. Dessa beskrivs i följande avsnitt.

9.2.1.1. POTS/ISDN, bredband och GTA (WLR) tjänster

Kostnaden för installation av telefoni (POTS)/ ISDN, bredband och GTA (WLR) består av kostnader för att bearbeta beställningar.

Följande tjänster specificeras:

- installation av telefoni (POTS),
- installation av ISDN2,
- installation av bredband för privatkunder,
- installation av bredband för företag,
- migrering av GTA, grossisttillträde till telefoni (WLR) från SMP-operatören till tillträdande operatör.

9.2.1.2. Tjänster för lokalt tillträde

Ett flertal tjänster relaterade till lokalt tillträde tillhandahålls.

Dessa består av:

- installationstjänster (se nästa stycke och punkter),
- avstängning eller upphävande av delad ledning,
  - vilket innefattar engångskostnader för teknisk lösning,
  - denna tjänst erbjuds för att kunna lösa de problem som en operatör kan erfara vid drift av telefonitjänst på delad ledning (störning av andra operatörers utrustning) genom att avveckla eller ta bort delad ledning,
- byte av operatör, vid site (accessnod) eller på lägre nivå i nätet som kopplingsskåp,
  - vilket utgörs av engångskostnader för orderhantering, stödsystem och förändring av köpt tillträde (demontering och inkoppling av ledningar),

- byte från delad ledning till hel ledning,
    - vilket innefattar engångskostnader för orderbehandling- och stödsystem,
- förändring av beställning,
- avlägsnande av utrustning för stabilisering av anslutning (line conditioner)/ DACS[32],
    - som innefattar engångskostnader för orderbehandling och borttagning av hårdvara,
    - dessa tjänster erbjuds tillträdande operatörer som är beredda att ta bort, anpassa eller skaffa ny utrustning för att passa till nya tjänster,
- begäran om information om siter, noder och kopplingsskåp,
    - när en tillträdande operatör överväger antingen lokalt tillträde av en viss linje eller ett område kan denne göra informationsförfrågan till SMP-operatören,
    - ett antal tjänster om informationsförfrågningar erbjuds av SMP-operatörens:
        - data om nät
        - data om kopplingsskåp för en eller flera adresser
        - förteckning över kopplingsskåp och kundadresser för en viss site (accessnod),
        - informationsbegäran om leverans av access till LLU (hel eller delad ledning),
    - dessa informationsförfrågningstjänster omfattar de engångskostnader som är förknippade med att hantera förfrågningar, uppfylla begäran och använda supportsystem.

Olika installationstjänster erbjuds och utformas beroende på behov och omfattning:

- enkel installation, vilket inkluderar:
    - orderhantering, dvs. kostnadsuppgifter eller beställning, mottagning och bekräftelse av beställning före installation,
    - systemkostnader, dvs. en fördelning av kostnader för stödsystem,
    - inkoppling vid site (accessnod), dvs. demontering av gammal tråd och inkoppling av ledningar i det optiska distributionsfältet (ODF) och till optisk linjeterminal (OLT)[33],
    - Transport till site (accessnod), dvs. resekostnader för tekniker.
- medelinstallation, som inkluderar de ovan nämnda angivna åtgärderna samt:

[32] Digital Access Carrier System
[33] Korskoppling (MDF) och Multiplexor för access via digital abonnentförbindelse (DSLAM) i fallet med en koppararkitektur

    - inkoppling i accessnätet och besök hos slutkund, dvs. inspektion av anslutning, ändringar gjorda i anslutning hos slutanvändare samt från accessnod (site) till slutanvändare,
- komplex installation, vilket inkluderar de ovan nämnda angivna åtgärderna samt:
    - arbete i interna ledningar (övergång från access- till fastighetsnät) i byggnad, det vill säga installations-, borttagnings- eller underhållsarbete i byggnad hos slutkund.

Således inkluderar installationskostnaden endast arbete vid site (accessnod), för enkel installation och tjänst.

Installationstjänster erbjuds på dessa tre servicenivåer för följande tjänster:

- installation av hel ledning till lokalt tillträde
- installation av delad ledning till lokalt tillträde
- installation av hel ledning i kopplingsskåp
- installation av LLU (Raw copper)
- installation av svartfiber.

9.2.1.3. Bitströmtjänster

Flera bitströmtjänster erbjuds:

- månatliga och enstaka operatörstillträden
    - det motsvarar den inkrementella kostnaden för metroswitch och 1G SFP-fibermodul som används av en tillträdande operatör
- Installationstjänster för delad och hel ledning för privatkunder, företag och särskilt krävande kunder (pro) som består av:
    - orderhantering,
    - inkoppling i noder på site, dvs. demontering av gammal ledning och inkoppling av ledning i det optiska distributionsfältet (ODF) och den optiska ledningsterminalen (OLT): enligt kopplingstypen kallas denna koppling "ODF-inkoppling", "inkoppling i noder "eller övergång till annan utrustning (patching),
    - transport till site (accessnod), dvs. resekostnader för tekniker,
    - urkopplingskostnader,
    - För bredbandstjänster finns för varje typ av anslutning en mer komplex installation som inkluderar inkoppling i accessnät och besök hos slutkund. Installationskostnaden omfattar endast arbete på site (nod) för den enkla tjänsten.

  - För bitstream pro och bitstream operatörsaccess, genomförs ytterligare en åtgärd av VLAN och VPLS (respektive Virtual LAN och Virtual Private LAN service).
- Tjänster relaterade till migration, informationsförfrågan, byte av operatör, byte från delad till hel ledning. Kostnader för dessa tjänster är relaterade till orderhantering.

9.2.1.4. Samlokaliseringstjänster

Flera samlokaliseringstjänster erbjuds:

- Tjänster relaterade till samtrafik
  - Installation och drift av två regionala sammankopplingspunkter,
  - Installation och drift av en lokal sammankopplingspunkt,
  - Kostnaderna för dessa tjänster motsvarar följande uppgifter:
    - Orderhantering,
    - Nätverksförändringar (signaleringsparametrar, övervakning av funktionalitet),
    - Administrationsuppgifter (särskilt fakturering),
    - Nätverkshantering (network management)
    - De två första består av engångsavgifter, de två senare av årsavgift
  - Installation och drift av sammankopplingskapacitet (interconnection capacity),
- Samlokalisering eller tillhandahållande av utrymme, rackutrymme, kabelanslutning vid SMP-operatörens site,
- Installation eller förlängning av rack, kabeldragning som ägs av den tillträdande operatören vid SMP-operatörens site,
- Energiförbrukning vid SMP-operatörens site.

9.2.2 Kontrollblad - Dashboard

Kontrollbladet [Dashboard] visar de ekonomiska antagandena för modelleringen, i synnerhet:

- Den nominella kalkylräntan (WACC) före skatt används för att göra avskrivning på investeringsutgifterna/ installationsutgifterna i månadsavgifter där det är relevant.
  - I likhet med de övriga modellerna används aktuell WACC
- Kostnadsindex för prognostisering av kostnader för arbetskraft, energi och hyra.
  - Arbetskostnadsindex är uppdelad i index dels för tekniker dels för administrativ personal.

9.2.3 Enhetskostnader

Kalkylbladet [Unit costs] ger enhetskostnader för all utrustning som används för samlokaliseringstjänster, liksom arbetskostnader som installationskostnader samt energi- och hyreskostnader.

9.2.3.1. Racks, kablar och switchar

Kostnader för rack, kablar och switchar redovisas i avsnitt 1 Equipment unit costs i kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

Dessa tillhandahålls från Hybridmodellen (kostnader för rack, kabelstege, kopplingssockel, metroswitch inkrementell kostnad för en alternativ operatör och SFP-fibermodul) och från insamlad data från svenska operatörer (kabelkostnader, cable costs).

9.2.3.2. Installation och montering av operatörsägda kablar och sammankopplingspunkter

Kostnader för installation och montering av operatörsägda kablar och sammankopplingspunkter redovisas i avsnitt 2 Material costs related to installation i kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

Dessa tillhandahålls från Hybridmodellen (kostnader som är relaterade till samtrafik/sammankopplingspunkter) och från uppgifter som samlats in från svenska operatörer (infrastrukturkostnader).

9.2.3.3. Lokalkostnader

Kostnader för tekniska lokaler (generellt benämnda som "rental costs" (”hyreskostnader”)) samt skalskydd och brandlarm i de tekniska lokalerna redovisas i avsnitt 3 Room build costs i kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

Dessa är baserade på data från svenska operatörer och Hybridmodellen.

Lokalkostnader för samlokaliseringstjänster baseras på den genomsnittliga kvadratmeterkostnaden för den största lokal som används i modellen, dvs. 12 kvadratmeter.

För att erhålla en årskostnad per kvadratmeter görs en beräkning av investeringsutgiften för tekniska lokaler baserad på prisanpassad annuitet.

9.2.3.4. Genomsnittliga arbetskostnader

Löner och genomsnittliga arbetskostnader per timme redovisas i avsnitt 4 Average employment costs kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

De beräknas i tre steg:

1. Lönen per år som är relevant för en nationell telekommunikationsoperatör hämtas från Hybridmodellen för fem typer av personal: chef, support, tekniker, outsourcad support och outsourcad tekniker.
2. Dessa extrapoleras till innevarande år med hjälp av arbetskraftskostnadsindex, vilket i kombination med olika löneindex tillämpas på chefslöner och övriga anställda.
3. Dessa omvandlas till en kostnad per timme med hjälp av antalet arbetstimmar per år:

$$arbetstid\ per\ år = arbetstid\ per\ dag \times (veckodagar\ per\ år \times (1 - frånvaro) - semester\ per\ år)$$

Löner för outsourcad personal anges per timme.

9.2.3.5. Energikostnader

Kostnader för energi består av två delar:

- Kostnad för kraftutrustning, dimensionerad utifrån den energi som krävs för kylning, spänningsomvandlare, service och installation i siten, inkrementella kostnader i kopplingsskåp uttryckt i kW
- Energikostnad uttryckt kronor per kWh

Dessa redovisas i avsnitt 5 Power costs i kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

Kostnaden för kraft (SEK/kWh) justeras för att ta hänsyn till den faktiska utnyttjandegraden (effektivitet, genomsnittlig användning i förhållande till maximal kapacitet, påslag för luftkonditionering).

9.2.3.6. Samtrafik/sammankopplingskapacitet

Kostnaderna för samtrafikkapacitet redovisas i avsnitt 6 Costs related to IC capacity i kalkylbladet [Unit costs] i *Samlokaliseringsmodellen*.

Dessa motsvarar den inkrementella kostnaden för en port som används för att tillhandahålla samtrafik till en alternativ operatör, på regional eller lokal nivå.

9.2.4 Konstruktion- och designregler

Varje samlokaliseringstjänst använder en viss mängd:

- resurser, dvs. tid som tillbringas av chefer, support och tekniker för att utföra aktiviteten (eller migrering, bearbetning, förändring av anslutning, informationsförfrågning),

- utrustning, dvs. utrymme i rack, kabellängd, kraftförbrukning etc.

Förbrukningen av dessa resurser och utrustning driver kostnaderna för dessa tjänster.

9.2.4.1. Dimensioner/mått

Kalkylbladet [Dimensions] i *Samlokaliseringsmodellen* visar utrustningskraven, dvs.:

- storleken på rack (golvutrymme), inklusive reservutrymme och genomsnittlig utnyttjande,
- längd på operatörsägda kablar,
- effektantaganden (kW per rack).

Dessa antaganden bygger på underlag från Hybridmodellen.

9.2.4.2. Resurser som används av tjänsterna

Kalkylbladet [Resource] i *Samlokaliseringsmodellen* visar respektive resurs som används av var och en av de modellerade tjänsterna, dvs. tiden som varje personalkategori tillbringar för att tillhandahålla tjänsten. Resurser kan också inkludera icke-lönekostnader (non-pay costs), som en klumpsumma.

Figur 73 - Resurser som används för tillhandahållande av offert för samlokalisering relevant för anslutningstjänster

		Support	Technician	Manager	Support (outsourced)	Technician (outsourced)	Non-pay costs	Non-pay costs
		Hours			Hours	Hours	Current SEK	2011
Colocation - Tender fee								
COLO.Tender fee.Co-location at Telenod	Hours	0.25	12.80					
COLO.Tender fee.OLO owned copper at street cabinet	Hours	0.25	8.40					
COLO.Tender fee.Extension; Existing rack, new cable	Hours	0.25	4.80					
COLO.Tender fee.Extension; Existing rack, new power and cat	Hours	0.25	8.40					
COLO.Tender fee.Extension; New rack and cable	Hours	0.25	8.40					
COLO.Tender fee.Extension; New rack, power and cable	Hours	0.25	12.80					
COLO.Tender fee.Extension; New power supply	Hours	0.25	4.80					
COLO.Tender fee.Extension; New cable	Hours	0.25	4.80					
COLO.Tender fee.Extension; New OLO owned cable	Hours	0.25	8.40					

Källa: *Samlokaliseringsmodellen* , flik [Resources]

Resursantaganden baseras på Hybridmodellen och tillhandahålls för alla modellerade tjänster:

- offertavgift samlokalisering
- samlokalisering rackinstallation
- samlokalisering stationsledningar (uttryckt i timme/kabel)
- samlokalisering operatörstrunk
- samlokalisering kabel och kraftkostnader
- installation av slutkundsförsäljning av accesstjänster och GTA grossisttillträde till telefoni grossistmarknaden
- installation av lokalt tillträde till accessnätet (LLUB)
- installation av svartfiber

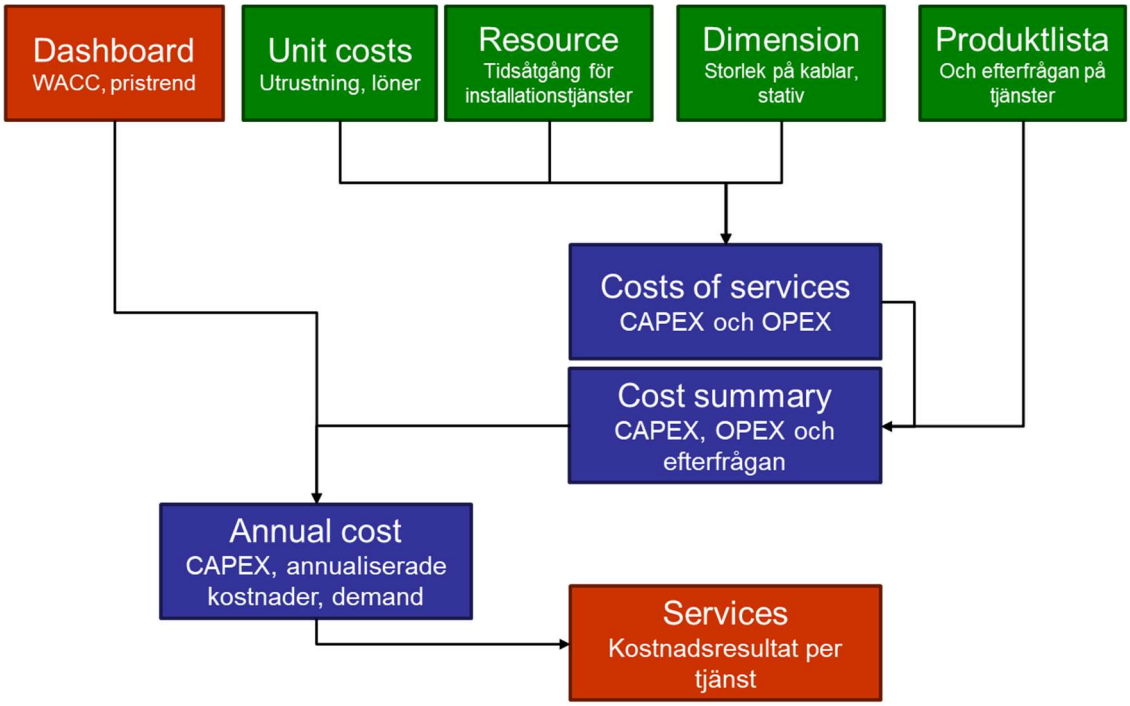
- produktändringar och informationsförfrågan relaterad till tillträde till accessnätet (LLUB)
- installation av bitströmstillträde, inklusive installation av operatörstillträde (inkrementell kostnad för att tillhandahålla bitström till en alternativ operatör)
- installation av samtrafik/sammankopplingspunkter.

9.3 Beräkning

Beräkningen görs i tre steg, i fyra olika kalkylblad i modellen:

1. Enhetskostnaden för varje tjänst, före beräkning av årskostnader (annuiteter) och beräkning av gemensamma kostnader och grossistkostnader, beräknas för varje tjänst beroende på resurs som används av tjänsten (personaltimmar, utrymme, kabelmeter etc.).
   De multipliceras sedan med den totala efterfrågan för varje tjänst för att bilda de totala kostnaderna per tjänst.
2. De totala utgifterna skrivs därefter av när relevant (dvs. när de återvinns genom en årlig eller kvartalsvis avgift) och hålls som investering där relevant (dvs. när de återvinns genom en engångsavgift).
3. De totala kostnaderna per tjänst, antingen som årskostnad eller som investering, delas därefter med efterfrågan på tjänsten för att erhålla tjänstens enhetskostnad. Sedan tillkommer ett påslag för att ta hänsyn till gemensamma kostnader och grossistkostnader (beräkningen sker i *Konsolideringsmodellen)*.

Figur 74 - Beräkning av enhetskostnader i samlokaliseringsmodellen



Källa: TERA Consultants

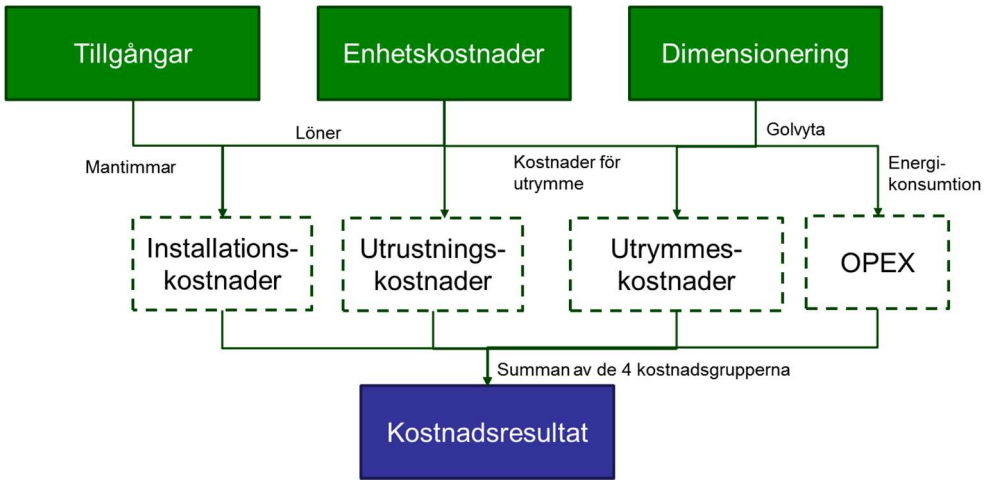
9.3.1 Kostnader för tjänster

Investeringsutgifterna för tjänster utgår sedan från de fyra kostnadsposterna:

- Kostnad för utrustning, baserad på enhetskostnader (kabelkostnader, portar, inkrementella kostnader för switchar etc.),
- Kostnad för installation, baserat på den resurs som krävs för att hantera uppgifterna för installationen multiplicerat med timlön,
- Kostnader för utrymme och lokaler, dvs. årliga lokalkostnader, erhålls genom det utrymme/m^2 som krävs för varje tjänst multiplicerat med enhetskostnad för golvutrymme, rack, kabel etc.
- Driftskostnad, dvs. kostnad för energiförbrukning (eller i procent av investeringsutgifterna för vissa tjänster), baserat på energiförbrukning multiplicerat med enhetskostnaden för energi.

Det är viktigt att notera att utgifter för installation och utrustning är investeringsutgifter, medan utrymme och opex är rörelse-/driftskostnader (eller "årliga" kostnader). De flesta av tjänsterna erbjuds i form av en engångsavgift och inkluderar inte rörelsekostnader (utrymme och opex).

Figur 75 – Kostnad per tjänst uppdelad i installationskostnader, utrustningskostnader, utrymmeskostnader och OPEX före påslag



Källa: TERA Consultants

Figur 76 - Kostnader för samlokalisering av racktjänster

Rack space in RU core — Room fit-out

RSM/ RSS 1/4 rack	SEK/rack	319	-	5,0%	15	0%	-	481
RSM/ RSS 2/4 rack	SEK/rack	638	-	5,0%	15	0%	-	962
RSM/ RSS 3/4 rack	SEK/rack	957	-	5,0%	15	0%	-	1 443
RSM/ RSS 4/4 rack	SEK/rack	1 276	-	5,0%	15	0%	-	1 924

Källa: *Samlokaliseringsmodellen,* flik [Costs of services]

Kostnaderna för samlokalisering av rack inkluderar kostnad för utrymme (hyra av utrymmet i den tekniska lokalen) och utrustningskostnader för rack.

Figur 77 - Kostnader för installation av LLUB (hel ledning)

Raw copper installation costs

Full access -simple	SEK/line	-	638	0%	1	0%
Full access -medium	SEK/line	-	1 401	0%	1	0%
Full access medium - 2 access	SEK/line	-	1 615	0%	1	0%
Full access -complex	SEK/line	-	1 348	0%	1	0%
[spare]	SEK/line	-	-	0%	1	0%
Shared acccess	SEK/line	-	638	0%	1	0%
Sub-loop -simple	SEK/line	-	638	0%	1	0%
Sub-loop -medium	SEK/line	-	1 268	0%	1	0%
Sub-loop -complex	SEK/line	-	1 215	0%	1	0%
Shared sub-loop	SEK/line	-	638	0%	1	0%
PTP Raw copper (simple + simp	SEK/line	-	777	0%	1	0%
PTP Raw copper (simple + medi	SEK/line	-	1 540	0%	1	0%
PTP Raw copper (simple + com	SEK/line	-	1 460	0%	1	0%
PTP Raw copper (medium+ med	SEK/line	-	2 153	0%	1	0%
PTP Raw copper (medium+ com	SEK/line	-	2 047	0%	1	0%
PTP Raw copper (complex + cor	SEK/line	-	1 993	0%	1	0%

Källa: *Samlokaliseringsmodellen*, flik [Costs of services]

Kostnaderna för installation av LLUB (koppar) utgörs endast av installationskostnader, det vill säga orderhantering, inkoppling i noden, resekostnader, frånkopplingskostnader och, för de mer komplexa tjänsterna, inkoppling i accessnätet och besök hos slutkund.

Alla dessa kostnader är arbetskostnader, inte utrustningskostnader, som redan återvinns från löpande avgift för tillträde till accessnätet.

Figur 78 - Kostnader för energiförbrukning

Power consumption costs (including equipment cost)

1-250 watt	SEK	16 911	5%	10	0%	2 323
251 - 500 watt	SEK	33 821	5%	10	0%	4 646
501 - 750 watt	SEK	50 732	5%	10	0%	6 969
751 - 1000 watt	SEK	67 643	5,0%	10	0%	9 292
1 - 75 watt - Street Cabinet	SEK	28 078	5,0%	5	0%	697

Källa: *Samlokaliseringsmodellen,* flik [Costs of services]

Kostnaderna för energiförbrukning består av:

- utrustningskostnader (effektomvandlare, luftkonditionering etc.),
- energiförbrukningen

Slutligen beräknas ett påslag för grossistkostnader i kalkylbladet [Costs of services], i kalkylbladet [Uplifts] i *Konsolideringsmodellen*.

Detta påslag appliceras i slutet av kostnadsberäkningen för samtliga enhetskostnader.

Alla kostnader för tjänsterna redovisas i en tabell i kalkylbladet [Cost summary]. I denna tabell multipliceras kostnaderna för att tillhandahålla en tjänsteenhet, som beräknas i kalkylbladet [Costs of services], med den totala efterfrågan på tjänsten (antal rack som är samlokaliserade, installerade till kopparnätet (LLU), portar för samtrafik/sammankopplingskapacitet) vilket resulterar i de totala kostnaderna som uppstår i nätet.

Detta steg är avgörande för att bedöma de totala kostnaderna för samlokalisering, andelen gemensamma kostnader som tilldelas samlokaliseringstjänsterna, samt det genomsnittliga påslaget för grossistkostnader.

9.3.2 Årskostnader

Kostnaderna är beräknade årsvis (annuiteter) när relevant, dvs. när de återvinns genom en månadsavgift eller kvartalsavgift istället för en engångsavgift.

I kalkylbladet [Annual cost] i *Samlokaliseringsmodellen* anges för varje tjänst i tabellen "Annualized or Expensed" om dess utrustning och installationskostnader beräknas årsvis.

Installationsrelaterade tjänster återvinns genom en engångsavgift och beräknas därför inte som en årskostnad (annuitet). Tvärtom återvinns samlokaliseringstjänster (t.ex. samlokalisering av rack) genom en månadsavgift, och är sedan beräknade årsvis: utrustningsutgiften är beräknad årsvis medan avgiften för utrymme redan är en årlig avgift.

Beräkning av årskostnader (annuiteter) görs med hjälp av prisanpassad annuitet för de tjänster som återvinns genom kvartalsavgift, medan annuitetsberäkning inte görs för övriga tjänster.

9.3.3 Kostnadsberäkning

Enhetskostnaden för tjänster beräknas genom att dividera totala kostnader som allokeras en tjänst med den totala efterfrågan på tjänsten. Det redovisas i kalkylbladet Services, tabell i avsnitt 2 Calculation of installation and colo services costs i kalkylbladet [Services] i *Samlokaliseringsmodellen*.

10 Konsolideringsmodell

Konsolideringsmodellen samlar kostnadsresultat före påslag för alla ”interimtjänster” som beräknas i var och en av de tre modellerna (access, core och samlokalisering) och lägger samman dessa för att fastställa kostnadsresultat för de faktiska tjänsterna.

Till exempel består xDSL-bredbandstjänsten av:

- en engångsavgift för anläggningen av nätet på den del av sista biten som är på privat mark (väg-till-hus), avhandlas i *Accessmodellen*,
- en månadsavgift, som är uppdelad i två delar:
  - kostnaden för accessnätet (från accessnod (ODF) till slutanvändare), beräknas i *Accessmodellen*
  - kostnad för element i corenätet och infrastruktur (som startar från OLT), beräknas i *Coremodellen*

För denna tjänst är syftet med *Konsolideringsmodellen* att lägga samman kostnad för accessnätet med relevant kostnad för corenätet.

10.1 Inhämtning från kalkylmodellens olika delar

Konsolideringsmodellen består av indata från fyra kalkylblad från de tre modellerna: *Accessmodellen*, *Coremodellen* och *Samlokaliseringsmodellen*.

10.1.1 Inhämtning från coremodellen

Data i kalkylbladet [Import from Core] är en kopia av kalkylbladet [Export to consolidation] i *Coremodellen*.

I detta kalkylblad redovisas tre informationsobjekt för varje interimtjänst och år:

- Den totala efterfrågan för tjänsten, uttryckt i antal abonnenter för de flesta av tjänsterna, förutom samtalstjänsterna (där efterfrågan uttrycks i minuter och samtal), IPTV (kanaler) och hyrda förbindelser (satt till en, dvs. enhetskostnaden är den totala kostnaden per region).
- Kostnadsresultatet för tjänsten (för samtalstjänster tillhandahålls kostnadsresultat per minut, per telefonsamtal och i genomsnitt per minut).
- Den sammanlagda årliga kostnaden fördelad på tjänsten (vad gäller samtalstjänster, delas de totala kostnaderna upp i samtalsdrivna kostnader och återstående kostnader).

10.1.2 Inhämtning från accessmodellen

På liknande sätt är kalkylbladen [Import from Access – Fibre] och [Import from Access – Copper] en kopia av kalkylbladet [Export to consolidation - Fibre] respektive [Export to consolidation - Copper] i *Accessmodellen*.

I detta blad rapporteras fem informationsobjekt för varje interimtjänst varje år, beroende på vilken typ av nät det avser:

- den totala efterfrågan på tjänsten, uttryckt i antal abonnenter,
- enhetskostnad för tjänsten,
    - som en engångsavgift,
    - som en månatlig avgift,
- de sammanlagda kostnaderna som allokerats till tjänsten, uppdelad i:
    - årlig driftkostnad,
    - kostnadsförd investering (annuitet),
- den totala investeringen allokerad till varje tjänst.

Observera att den årliga kostnaden och den kostnadsförda investeringen motsvarar samma kostnad: Den årliga kostnaden är årskostnaden för investeringar plus driftskostnader. Som en följd av detta finns en "kostnadsförd investering" (”expensed investment") för alla tjänster, inklusive de tjänster som endast återvinns med en månadsavgift.

10.1.3 Inhämtning från samlokaliseringsmodellen

På liknande sätt är kalkylbladet [Import from Colocation] baserad på kalkylbladet [Export to Consolidation] i *Samlokaliseringsmodellen*.

I detta kalkylblad rapporteras fyra informationsobjekt för varje interimtjänst och år:

- de sammanlagda kostnaderna som tilldelas tjänsten, är uppdelad i
    - annuitet (årskostnad),
    - kostnadsförd investering.
- enhetskostnad för tjänsten,
    - som en engångsavgift,
    - som kvartalsavgift.

Observera att den årliga kostnaden och den kostnadsförda investeringen tillsammans summerar: Den årliga kostnaden är den kostnadskomponent som återvinns genom kvartalsavgifter. För tjänster som inte återvinns genom kvartalsavgift finns det ingen "årlig kostnad", vilket innebär att alla kostnader uttrycks och redovisas som investeringar.

10.2 Kostnadsberäkning

10.2.1 Påslag av kostnader

I kalkylbladet [Uplift calculation] beräknas delad icke-nätrelaterad opex.

Samkostnader (gemensamma kostnader) är inte hänförliga. Dessa fördelas jämnt till de totala kostnaderna som ett likaproportionerligt påslag genom en equi-

proportionate mark-up (EPMU), dock inte till tjänsten fast samtalsterminering eftersom denna beräknas som en renodlad LRIC (pure LRIC cost).

Eftersom dessa beräknas i linje med Hybridmodellen för det totala nätet (corenät, accessnät, kostnader för samlokalisering), beräknas EPMU enligt följande:

$$\%\ samkostnader = \frac{Totala\ samkostnader}{C_{access} + C_{core} + C_{samlokalisering}}$$

Detta påslag är jämnt fördelat på kostnaderna för alla nätelement.

Grossistkostnader kan, i överensstämmelse med Hybridmodellen, hänföras till grupper av tjänster och fördelas enligt följande:

- reglerade samtalstjänster (särskilt samtrafik): 20 procent,
- reglerade tillträden till lokalt fysiskt tillträde till koppar- och fiberbaserad nätinfrastruktur (koppar LLUB): 54 procent (som representerar den reglerade delen av accessnätet som återfinns i Hybridmodellen om 25 procent + 29 procent från de icke-reglerade tjänsterna som är den ekvivalenta delen av accessnätstjänster med antagandet att det finns samma fördelning enligt de reglerade Access och Core-tjänsterna),
- samlokalisering: 1 procent,
- icke-reglerade coretjänster (detaljist, icke-reglerad grossist): 25 procent

För varje grupp av tjänster, läggs dessa jämt till de totala kostnaderna, som ett proportionellt pålägg (EPMU) eller ett påslag per minut.

De totala grossistkostnaderna beräknas i linje med Hybridmodellen, med justering för respektive kostnadskategoris pristrend.

Med tanke på den sorts kostnader (arbetskraftskostnader på nationell nivå) och den typ av operatör som modelleras (en hypotetisk effektiv operatör (HEO)) som är vertikalt integrerad och har en nationell nätutbredning), betraktas de totala grossistkostnaderna som beräknas i Hybridmodellen som fasta kostnader och är lämpliga för den modellerade HEO:n.

Eftersom grossistkostnaderna kan betraktas som fasta och är snarlika mellan reglerade och icke-reglerade accessnätstjänster, har beräkningen av grossistkostnaderna justerats mellan de två kategorierna i motsats till Hybridmodellen. Grossistkostnader som allokerats till accessnätstjänster beräknas sedan som en kostnad per linje per månad genom att dela grossistkostnader för accessnätstjänsterna med det totala antalet aktiva accesslinjer.

Icke-nätrelaterad opex är beräknad i kalkylbladet [Services], i avsnitt *2.* Unit costs including uplift opex.

10.2.2 Konsolidering

Sammanläggning av resultat görs i både kalkylbladet [Services] och kalkylbladet [Output] i *Konsolideringsmodellen*.

Kalkylbladet [Services] summerar beräkningen av interima kostnader inklusive påslag för icke-nätrelaterad opex.

Kalkylbladet [Output] visarenhetskostnaderna för alla interimtjänster som beräknas i de tre modellerna (access, core och samlokalisering) och lägger ihop dessa för att beräkna enhetskostnaderna för de modellerade tjänsterna.

10.2.2.1. Samtalstjänster i detaljistledet

Samtalstjänster i detaljistledet hämtas från coretjänsterna. Enhetskostnaderna multipliceras med 100 för att uttryckas i öre istället för kronor.

10.2.2.2. Samtrafikstjänster för rösttrafik

Samtrafikstjänster för röstrafik, inklusive kostnader för terminering, hämtas från coretjänsterna. Enhetskostnaderna multipliceras med 100 för att uttryckas i öre istället för kronor.

Kostnaderna för de två termineringstjänsterna (enkelsegment och dubbelsegment) beräknas i tre steg:

- De rent inkrementella nätkostnaderna för att tillhandahålla dessa två tjänster beräknas i *Coremodellen* (se 8.4.4.1), där IP- och TDM-samtrafik behandlas på olika sätt (för IP-samtrafik krävs inte användning av TDM-utrustning),
- Dessa delas sedan med den totala trafiken för dessa två tjänster (IP- och TDM-samtrafik),
- Tre påslag tillämpas sedan på den beräknade nätkostnaden per enhet för dessa tjänster,
    - grossistkostnad för fakturering som baseras på en årskostnad för ett faktureringssystem och drift och underhållskostnad tillämpad som ett påslag och uppgår till 125[34] procent av den beräknade nätkostnaden per enhet,
    - + 0,147 procent avseende avgift för anmälningspliktig verksamhet[35],

[34] Värdet avser 2020 års nivå. Vid beräkning av kostnadsresultat använder modellen värdet för respektive beräkningsår automatiskt.
[35] Enligt lagen om elektronisk kommunikation (2003:389)

- + 0,154 procent avseende avgift för beredskap[36].

10.2.2.3. Energiförbrukning och sammankopplingskapacitet

Energiförbrukning och kapacitetstjänster för samtrafik hämtas från samlokaliseringstjänsterna.

10.2.2.4. POTS/ISDN tjänster

Telefoni (POTS)/ISDN-tjänster hämtas från accesstjänsterna (löpande avgift och engångsavgift för installation av sista biten som ligger på privat mark (väg-till-hus)). Installationstjänsterna för telefoni (POTS) och ISDN hämtas från samlokaliseringstjänsterna och relaterar till kostnaderna för att koppla in linje på accessnod/site.

10.2.2.5. Bredbands- och bitströmstjänster

Bredbandstjänster hämtas både från access- och coretjänster:

- Den löpande avgiften är summan av accesskostnaderna (accesstjänsten "BB.Broadband - Shared", eller ”BIT-Bitstream – Naked”, till exempel, som motsvarar användningen av tillträde i accessnod) och corekostnader (interima coretjänster för BB eller BIT, skrivs exempelvis BB.Private.ADSL 24000 eller BIT.All.level1, motsvarande användningen av corenätets beståndsdelar och tjänstens infrastruktur).
- Engångsavgift för anläggning av nätet av sista biten som ligger på privat mark (väg-till-hus), som kommer från *Accessmodellen* (kostnadsförd avgift för samma tillfälliga tjänst "BB.Broadband - Shared") eller BIT-Bitstream – shared” till exempel.

10.2.2.6. Hyrda förbindelser/data

Hyrda förbindelser/data hämtas från accesstjänsterna.

10.2.2.7. Grossistförsäljning av telefonabonnemang (WLR)

Grossistförsäljning av telefonabonnemangstjänster (WLR) hämtas från accesstjänsterna, medan tillhörande hyra för rack ("COLO.Rack space (LLU)") hämtas från samlokaliseringstjänsterna.

10.2.2.8. Tjänster för lokalt tillträde

Accessnätstjänster avser tjänster som kostnadsberäknas i *Samlokaliseringsmodellen* och avser installations-, ändrings-, upphävnings- eller informationsförfrågan för accessnätstjänster. Dessa hämtas från samlokaliseringstjänsterna.

[36] Avgift för finansiering av åtgärder mot allvarliga fredstida hot och påfrestningar som gäller elektronisk kommunikation, så kallad beredskapsavgift.

10.2.2.9. Kostnader för hel ledning

Kostnader för hel ledning är kostnaderna för tillträde till accessnätet, LLUB. Telefoni (POTS)/ISDN-tjänster hämtas från accesstjänsterna och utgörs av en månadsavgift och engångsavgift för installation av sista biten.

10.2.2.10. Bitströmsaccess

Bitströmstjänster hämtas dels från samlokaliseringstjänsterna (tjänster relaterade till installation av en linje eller en operatör i noden, ändringar, migrering och informationsförfrågningar) dels från kostnaderna för åtkomst till nätet.

Dessa kostnader hämtas både från access- och coretjänster:

- Hyresavgiften är summan av accesskostnaderna (accesstjänst "BB.Broadband - Shared" eller "BB.Broadband - Naked", som motsvarar användningen av tillträde till accessnoden) och core-kostnaderna (interim coretjänst benämnd som BIT, t.ex. BIT.Consumer.ADSL 250.Full access level 2, som motsvarar användningen av corenätet och infrastrukturen för tjänsten).
- Engångsavgift för installation av sista biten, som härrör från *Accessmodellen* (kostnadsförd avgift för samma tillfälliga tjänst "BB.Broadband - Shared / Naked").

I denna tabell rapporteras även enhetskostnader för bitströmtransport, bitström pro transport, backhaul, TV (IPTV och VoD). De motsvarar de månatliga kostnaderna för att använda corenätets element och infrastruktur för var och en av dessa tjänster. Alla uppgifter hämtas från coretjänsterna.

10.2.2.11. Backbone

Grossisttjänster för backbone hämtas från accesstjänsterna.

Dessa utgörs av en avgift, som motsvarar användningen av tillträde till accessnoden (local loop) och hämtas från accesstjänsten "BAK.4-wire/Fibre-based wholesale".

10.2.3 Enhetskostnader

I kalkylbladet [Results] i *Konsolideringsmodellen* redovisas alla enhetskostnader för de kostnadsberäknade tjänsterna. Enhetskostnaderna för icke-reglerade tjänster eller för eget bruk, som bredbandstjänster eller telefoni (POTS)-åtkomst, visas dock inte.

Alla enhetskostnader hämtas från kalkylbladet [Output] utan beräkning.

Vissa enhetskostnader omvandlas från månadskostnad till kvartalskostnad (x3-faktor) eller från en årlig kostnad till kostnad per månad (1/12 faktor).

Enhetskostnader som redovisas:

1. kostnader för samtrafiktjänster,
    a. kostnader för trafiktjänster,
    b. övriga servicekostnader,
2. kostnader för accesstjänst på grossistnivå,
    a. LLUB-kostnader (raw copper) (engångsavgift),
    b. svarfiber (engångsavgift),
    c. LLUB-kostnader (raw copper) (per kvartal),
    d. svartfiber (per kvartal),
    e. ny fiber i befintlig kanalisation (per kvartal),
    f. svartfiber backhaul,
    g. backhaul med våglängd,
3. kostnader för bitströmtjänst på grossistnivå,
    a. bitström installation,
    b. bitström DSL-privatkund,
    c. bitström DSL-företagskund,
    d. bitström FTTx –privat,
    e. bitström FTTx –företag,
    f. bitström DSL Pro,
    g. bitström andra tjänster,
4. kostnader för samlokaliseringstjänster,
    a. offertavgift,
    b. placering av utrustning,
    c. stationsledningar,
    d. placering,
    e. kraft, kyla och ventilation,
5. unbundling installation service costs,
    a. informationsförfrågan,
    b. DACS utrustning för stabilisering av anslutning (line conditioner) borttagning,
    c. produktändringar,
    d. upphävning/borttagning

Vidare så möjliggör kalkylarket [Sensitivity] användaren att jämföra kostnadsresultat från en sparad version av modellen med en ny genom att trycka på knappen ”Save version”.
- Rad 3 i kalkylbladet [Sensitivity] ger information om den senaste beräkningen av modellen och den senast sparade versionen (som användes av användaren med makroknappen ”Save version”)
- Kolumnerna L, M och N sammanfattar nuvarande versionsresultat för varje tjänst.

- Kolumnerna P, Q och R visar sparade versionsresultat för varje tjänst
- Kolumnerna T, U och V visar skillnaden mellan de två versionerna i procent jämfört med den sparade versionen.

11 Rimlighets- och känslighetsanalys

Nedanstående rimlighets- och känslighetsanalyser bygger på värden (exempelvis volymer och kalkylränta) från kalkylmodell 1.0 som publicerades 2018. Värdena i rimlighets- och känsligehtsanalyserna har inte ändrats vid uppdateringen av kalkylmodellen 2020 men rimlighets- och känslighetsanalyserna är fortfarande relevanta eftersom de visar hur förändringar i olika parametrar påverkar kostnadsresultaten.

11.1 Finansiell rimlighetsanalys av det modellerade nätets geografiska utbredning

Utgångspunkten för utformningen av kalkylmodellen är att det är en hypotetisk effektiv operatör (HEO) som anlägger ett nationellt fibernät. Nätet ansluter inledningsvis alla byggnader som identifierats som relevanta i fastighetsregistret, vilket är ca 2,6 miljoner, inklusive ca 0,5 miljoner fritidshus. Grunden för modellen är alltså ett fullständigt fibernät med 100 procent anslutning av alla identifierade byggnader som därmed utgör den geografiska utbredningen.

Med detta som bas har PTS sedan reducerat nätet till en utbredning som återspeglar en nivå som en kommersiell marknadsaktör skulle kunna bygga, vilket kan beskrivas som en marknadsdriven utbyggnad utan offentliga stödmedel. Baserat på en rimlighetsbedömning har 15 procent av de mest kostsamma linjerna exkluderats.

I och med att det hypotetiska nätet ansluter olika typer av byggnader, som t.ex. fritidshus, ska de presenterade siffrorna inte sammanblandas med målen för regeringens bredbandsstrategi som avser hushåll och företag.[37]

PTS har gjort en finansiell rimlighetsanalys med utgångspunkt från den valda nätutbredningen om 85 procent av linjerna. Förutom de totala investeringarna och kostnadsresultaten för accessnätet har ekonomiska beräkningar utförts för att kunna bedöma relevansen och rimligheten av valet av nätutbredning för det moderna nät som den hypotetiskt effektiva operatören anlägger.

Affärsmässig grund

Att en verksamhet bedrivs på affärsmässig grund innebär främst att ett företag ska ha ett affärsmässigt beteende och tillämpa en korrekt prissättning som ger förutsättningar till långsiktig avkastning på investeringar. PTS antar att den modellerade operatören (HEO) bedriver sin verksamhet på affärsmässig grund

[37] Regeringskansliet, Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi, Dnr N2016/08008/D.

Bedömningen av om en utbyggnad är attraktiv på marknadsmässiga grunder beror på ett antal faktorer, såsom verksamhetens omfattning, storlek, strategi och långsiktiga mål, vilket sammantaget påverkar operatörens investeringsbeslut. En operatör dimensionerar och anlägger sitt nät utifrån ett antagande om att kostnaden för investeringen samt de löpande driftskostnaderna kan återvinnas under en viss tidsperiod givet de avkastningskrav som ägarna fastställer. PTS redogör nedan för de antaganden som ligger till grund för den hypotetiska effektiva operatörens verksamhet och omfattning.

Finansiell analys av den affärsmässiga investeringen i accessnätet

För att bedöma om nätutbredningen är rimlig gjorde PTS en analys av olika nyckeltal med utgångspunkt från den valda nätutbredningen i Modeldokumentationen för Kalkylmodell 1.0 som publicerades 18 september 2018. Förutom de totala investeringarna och kostnadsresultaten för accessnätet har ekonomiska beräkningar utförts för att kontrollera relevans och rimlighet i valet av nätutbredning för det moderna nät som den hypotetiskt effektiva operatören anlägger.

Antaganden som gjorts i de finansiella beräkningarna:

- Kalkylräntan (WACC) är 6,3 procent och används i annuitetsavskrivningen för beräkningen.
- Intäkterna anses förfallna till betalning vid slutet av perioden och lika med årets kassaflöde.
- En genomsnittlig intäkt per användare (ARPU[38]) på 256 kronor per månad[39] (eller 3 072 kronor per år) betraktas som intäkter för alla aktiva abonnenter under hela projektets livstid.
    - PTS har i känslighetsanalysen räknat på en ARPU för fast bredband. Skälet till inte inkludera andra tjänster som t.ex. triple play är att förenkla antagandet om kostnader i slutkundsledet och att kostnader för exempelvis innehållsrättigheter kan exkluderas.
- Kassaflöde för driftsutgifter (Opex) är beräknade för accessnätet.
- En vägd genomsnittlig livslängd för tillgångar för varje nätutbredning betraktas som projektets livstid (~ 32-33 år).
- Eftersom PTS har bedömt accessnätsinkrementet har endast särkostnader beaktats.

[38] ARPU, Average Revenue Per User (Genomsnittlig intäkt per användare)
[39] Enligt data från Svensk telekommarknad (STM) rapporterade tjänsteleverantörerna 2016 en genomsnittlig intäkt per kund och månad om 256 kr.

Utifrån den omfattning och skala på verksamheten som den hypotetiskt effektiva operatören (HEO) har, som anlägger och driver nätet för den fasta kalkylmodellen, gör PTS följande bedömning.

Baserat på den hypotetiska effektiva operatörens verksamhet, dvs. att tillhandahålla fast bredbandsaccess till primärt egna slutkunder, men även grossisttillträde och kapacitetstjänster (hyrda förbindelser), har PTS i analysen valt att exkludera de tjänster (och således intäkter) som kan hänföras till corenätet (som t.ex. IPTV, hyrda förbindelser, IP-telefoni backhaul till mobilbasstationer och andra corenätsrelaterade tjänster).

PTS har i beräkningen av nettonuvärde inte beaktat kostnader i detaljistledet. Baserat på ett genomsnitt för två mindre operatörer är andelen produktions- och detaljistkostnader 39 procent i förhållande till intäkterna, vilket baserat på en ARPU på 256 kr per månad innebär kostnader i slutkundsledet på 100 kr per månad för att tillhandahålla en bredbandsaccess.[40] Vid en nätutbredning om 85 procent är det i modellen framräknade kostnadsresultatet för koppar 96 kr och för fiber till en SDU 145 kr (viktat med MDU är det 108 kr) och därmed täcks relevanta kostnader för den hypotetisk effektiva operatören med ett överskott om 60 respektive 11 kr per månad (256-96-100; 256-145-100) om även påslag för gemensamma och grossistkostnader inkluderas.

Nedanstående tabeller redovisar resultaten av denna analys, baserad på investering för ett nytt nät, med följande utfall:

- Nätets nuvärde maximeras vid en geografisk utbredning på 85 procent av linjerna.
- Den genomsnittliga inkrementella årskostnaden per extra linje som används i förhållande till den efterföljande utbredningen är lägre än den årliga ARPU (anslutningen/linjen blir då lönsam) mellan begränsad geografisk utbredning på 90 procent och 85 procent av det totala antalet linjer.

Tabell 41 Finansiell och ekonomisk analys av olika nivåer av nätutbredning (I)

	Enhet	Full utbred-ning	100% - utbred-ning*	95% - utbred ning*	90%-utbred ning*	85%-utbred-ning *(base case)	80%-utbred-ning*	75%-utbred-ning*
Antal passiva linjer	*Linjer*	6 135 172	6 095 646	5 775 749	5 465 263	5 041 803	4 867 450	4 567 992

[40] PTS beräkningar baseras på data från Bahnhof AB årsredovisning 2016 och AllTele Allmänna Svenska Telefonaktiebolaget årsredovisning 2016

Antal aktiva linjer	*Linjer*	3 579 850	3 382 200	3 203 521	3 037 331	2 950 300	2 740 250	2 567 934
Total investering accessnätet	*MSEK*	117 398	88 453	67 442	56 094	50 846	43 089	37 586
Total årlig kostnad accessnätet (capex)	*MSEK per år*	6 479	4 875	3 704	3 071	2 781	2 357	2 060
Årliga intäkter	*MSEK per år*	10 997	10 390	9 841	9 331	9 063	8 418	7 889
Kassaflöde, netto	*MSEK per år*	10 345	9 792	9 285	8 810	8 557	7 952	7 454
Kassaflöde, nuvärde	*MSEK*	141 387	133 825	126 893	120 400	116 955	108 685	101 870
Nätets Nettonuvärde	*MSEK*	23 989	45 371	59 450	64 305	66 109	65 596	64 283
Lönsamma siter (likvärdiga abonnenter)	*antal siter (antal ab)*	1 797 (2 708 068)	1 758 (2 707 014)	2 149 (2 858 882)	2 464 (2 888 077)	2 684 (2 859 052)	2 428 (2 687 983)	2 230 (2 532 380)
Nettovinst relaterat till dessa siter	*M SEK*	60 241	60 223	63 299	65 374	66 743	65 908	64 496
Antal olönsamma siter (likvärdiga abonnenter)	*antal siter (antal abb)*	4 605 (871 784)	2 334 (675 187)	1 397 (344 640)	698 (149 255)	438 (91 250)	213 (52 269)	163 (35 555)
Nettoförlust relaterad till dessa siter	*M SEK*	36 252	14 851	3 848	1 068	634	312	212

(*) Ytterligare reduceringar görs, endast accessnoder med över 50 aktiva linjer anläggs och som inte har en genomsnittligt värde i övre intervallet (5%) i termer av abonnenter

Tabell 42 - Finansiell och ekonomisk analys av olika nivåer av nätutbredning (II)

	Enhet	Full utbredning	100% med reducering på aktiva siter - utbredning	95% - utbredning	90%-utbredning	85%-utbredning (base case)	80%-utbredning	75%-utbredning
Vanlig Payback period	*År*	11,35	9,03	7,26	6,37	5,94	5,42	5,04
Diskonterad payback period	*År*	20,54	13,78	10,01	8,39	7,68	6,83	6,26
Inkrementell Investering per linje jämfört med föregående utbredning	*SEK*	146 444	117 591	68 284	60 303	36 932	31 931	31 516
Inkrementell årlig kostnad per linje jämfört med föregående utbredning	*SEK per år*	8 389	6 786	4 027	3 499	2 221	1 904	1 876
Koppar LLUB utan påslag för samkostnader och grossistkostnader	*SEK per månad*	160,81	129,71	105,92	93,86	88,29	81,46	76,72

Källa: *Accessmodellen*, TERA Consultants

Definitioner:

- Antal passiva linjer (homes passed): Totala antalet linjer som anläggs av HEO med en linje för hushåll och två linjer för arbetsställen.
- Antal aktiva linjer: Förväntad efterfrågan beroende på vald nätutbredning baserad på analys i *Efterfrågemodellen* (MS Excel).
- Total investering i accessnätet: Total erforderlig investering för accessnätet.
- Total årlig kostnad för accessnätet (capex): Den totala investeringen i accessnätet beräknad som årskostnad (annuitet)med prisanpassad annuitet för varje typ av anläggningstillgång.
- Årliga intäkter: Totala accessnätsintäkter baserat på antal aktiva linjer multiplicerat med ARPU.
- Kassaflöde, netto: Intäkter – total opex.
- Kassaflöde, nuvärde: Nettokassaflöde baserat på viktad genomsnittlig livslängd för tillgångarna under projektets livslängd och aktuell WACC.
- Nätets nettonuvärde: Nuvärde av kassaflöden – total accessnätsinvestering.
- Antal lönsamma/olönsamma accessnoder: totalt antal accessnoder som har ett positivt/negativt NPV (Net Present Value), nettonuvärde.
- Likvärdiga abonnenter: Antal aktiva linjer som kan härledas till dessa accessnoder.
- Nettovinst/förlust som kan härledas till dessa accessnoder: total NPV av lönsamma/olönsamma accessnoder.
- Vanlig payback-period: Tidsperiod som krävs för att en investering i accessnätet ska återbetalas, baserad på kassaflöden.
- Diskonterad payback-period: Tiden som krävs för att en investering i accessnätet ska återbetalas baserat på aktuella kassaflöden.
- Inkrementell investering per linje jämfört med föregående nätutbredning: Skillnad i investering mellan två nivåer av geografisk nätutbredning (nuvarande och föregående) delat med minskningen i antal linjer.
- Inkrementell årlig kostnad per linje jämfört med föregående nätutbredning: Skillnad i årskostnad (annuitet) mellan två nätutbredningar (nuvarande och föregående) delat med minskningen i antal linjer.
- Koppar LLUB utan påslag för samkostnader och grossistkostnader: Kostnaden för LLUB-tjänster för ett kopparnät som beräknas i accessmodellen utan att beakta påslag för samkostnader och grossistkostnader.

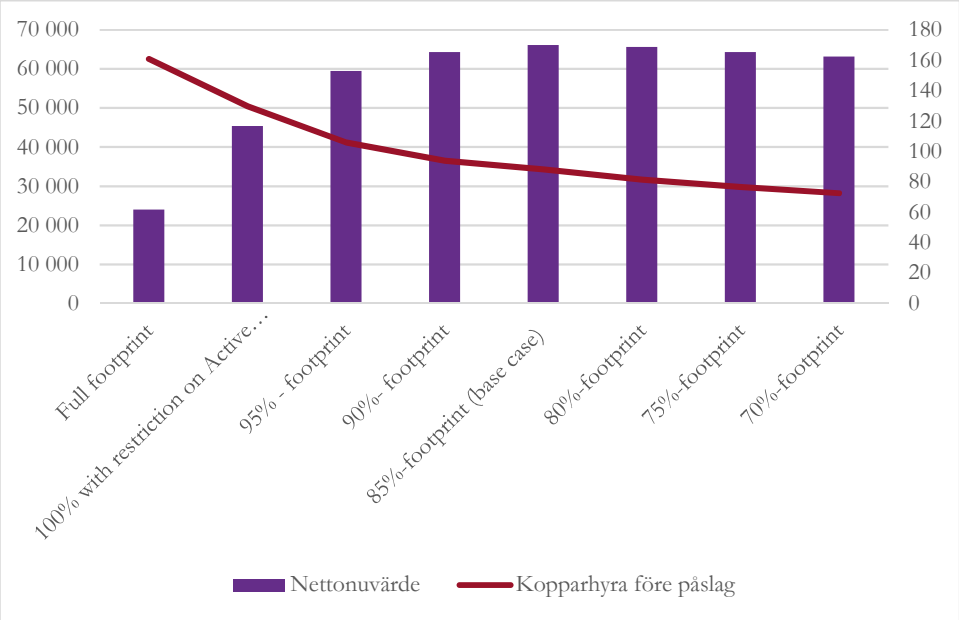
PTS har även undersökt följande nyckeltal i detalj:

- Investeringens nettonuvärde
- Investeringens återbetalningsperiod
- Inkrementell investering per aktiv linje
- Inkrementell årlig kostnad per aktiv linje
- Kostnadsresultat för olika grader av nätutbredning

Investeringens nettonuvärde

Nettonuvärdet för investeringen i accessnätet är högst vid en nätutbredning om 85 ner till 80 procent. Nettonuvärdet vid 85 procent uppgår till 66,1 mdkr medan det vid en nätutbredning om 80 procent uppgår till 65,6 mdkr.

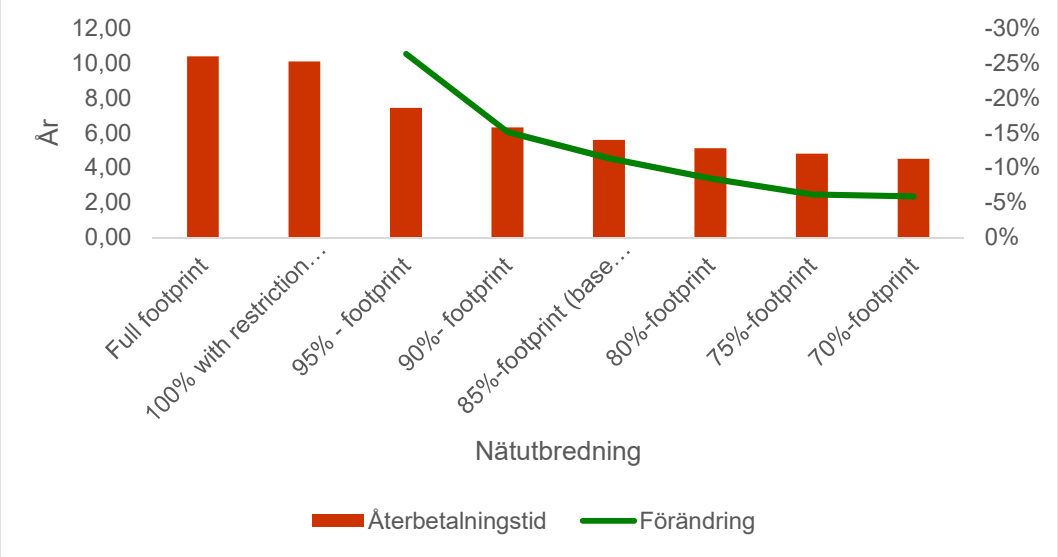
Figur 79 Investeringens nettonuvärde



Investeringens återbetalningstid

Med en reducering av nätutbredning från 90 till 85 procent sjunker återbetalningstiden för investeringen med 7 procent, från 6,4 år till 5,9 år, och reduceras nätutbredningen till 80 procent sjunker återbetalningstiden med 9 procent till 5,4 år.

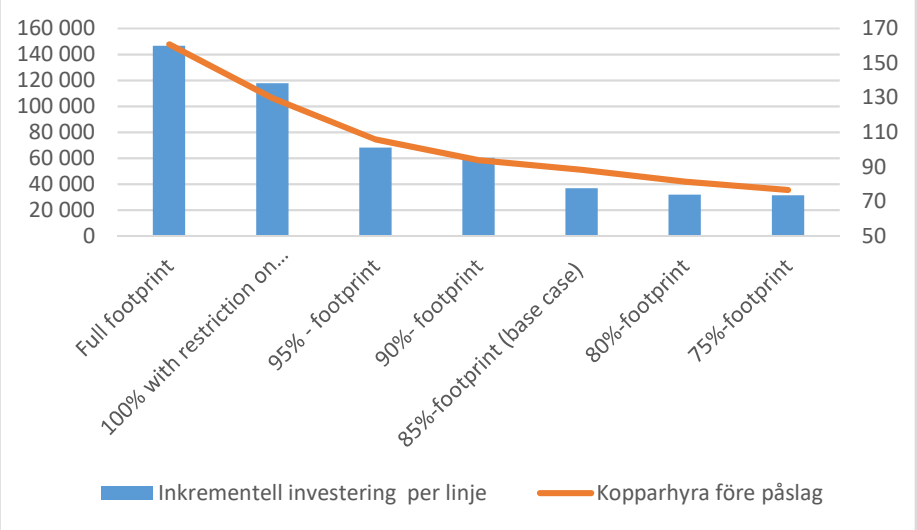
Figur 80 Investeringens återbetalningstid och förändring



Inkrementell investering per anslutning

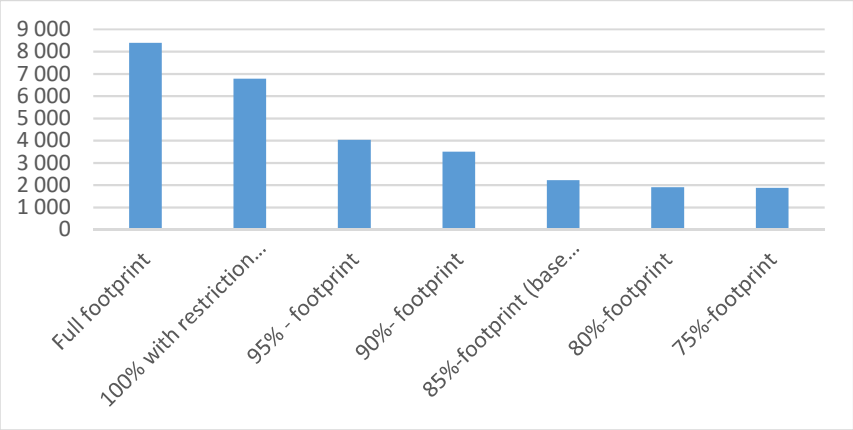
Från att anlägga en geografisk utbredning på 100 procent exklusive accessnoder med färre än 50 aktiva linjer, till att anlägga en totalt fullständig täckning, är investeringen per ytterligare anslutning 146 444 kr. I reduceringen av den geografiska utbredningen från 90 till 85 procent sjunker den inkrementella kostnaden per anslutning från 60 303 kr till 36 932 kr. Men en reducering från 85 till 80 procent har en betydligt mindre effekt på den inkrementella kostnaden som sjunker från 36 932 till 31 931 kr per linje. Kostnadsresultatet för koppar (innan påslag) sjunker vid de olika nivåerna från 161 kr för det fullständiga nätet till 94 kr för 90 procent nätutbredning till 88 kr för 85 procent och ner till 81 kr för en nätutbredning på 80 procent.

Figur 81 Inkrementell investering per aktiv linje



Det är en liknande trend för den inkrementella årskostnaden i relation till nivån på den geografiska utbredningen, med den kraftigaste sänkningen när den geografiska utbredningen reduceras från 90 till 85 procent.

Figur 82 Inkrementell årlig kostnad per aktiv linje



Stöd för den valda nätutbredningen

Den finansiella rimlighetsanalysen indikerar att en nätutbredning om 85 procent, givet de antaganden som PTS gjort, är rimlig och därmed ett lämpligt antagande för den hypotetiskt effektiva operatören som bedriver sin verksamhet på affärsmässig grund och anlägger ett modernt nationellt nät.

11.2 Känslighetsanalys av reduceringen av antal accessnoder med höga kostnadsresultat

Utifrån det nationella nät som den hypotetiskt effektiva operatören anlägger reduceras den geografiska nätutbredningen i tre steg, vilka beskrivs i avsnitt 4.3.1.3. Efter att nätet inledningsvis har anlagts till alla relevanta byggnader i landet utesluts de 15 procent mest kostsamma linjerna. Därutöver exkluderas accessnoder som har för få aktiva anslutningar genom att tillämpa ett gränsvärde på minimum 50 aktiva linjer per accessnod. Dessutom tillämpas ett gränsvärde baserat på ett medelvärde per accessnod för att identifiera de accessnoder som har ett tillräckligt antal linjer och som inte hör till de 15 procent dyraste linjerna, men som har en alltför hög genomsnittlig kostnad per aktiv linje. I det följande redovisas en känslighetsanalys av dessa beräkningar.

Reduceringen sker på accessnodsnivå, vilket bygger på antagandet att accessnoder som har för få aktiva linjer inte uppnår tillräcklig ekonomiska skala för att en marknadsaktör som den hypotetiska operatören ska upprätthålla dessa accessnoder. Två kriterier används för att göra denna reducering:

- Antal aktiva linjer per accessnod: Det tillämpade gränsvärdet innebär att det ska vara minst 50 aktiva linjer per accessnod för att den ska ingå i underlaget, vilket bl.a. är baserat på att nätet har en aktiveringsgrad på 58 procent (andelen av det passiva nätet som är aktivt). Det innebär att accessnoder med för få linjer utesluts.

- Det kompletteras med ett genomsnittligt gränsvärde för ett maximalt värde vid 30 m för att en accessnod ska anläggas (dvs. för alla linjer som är anslutna till en accessnod, är den totala unika längden på nätet som ska allokeras till en specifik linje i genomsnitt kortare än 30 meter sett utifrån den beräkning som gjorts på accessnodsnivå och avseende segmentsnivå).

En känslighetsanalys har genomförts för olika gränsvärden på accessnodsnivå som kan anges som antingen ett gränsvärde mellan 0 och 100 aktiva linjer, samt ett maximalt medelvärde mellan 25 och 35 meter, eller ingen användning av ett gränsvärde.

I nedanstående tabell redovisas känslighetsanalysen för olika gränsvärden på accessnodsnivå. Vidare redovisas spridningen av kostnadsresultat för de accessnoder som ingår i underlaget genom att kvantifiera antalet accessnoder som har ett kostnadsresultat över 150 SEK respektive 300 SEK, samt det genomsnittliga kostnadsresultatet för de accessnoder som har högst kostnadsresultat.

Tabell 43 Känslighetsanalys av gränsvärdena på accessnodsnivå

Reduceringsscenario	LLUB*	Antal noder	Antal linjer (lines passed)	Antal byggnader (building passed)	Likvärdigt antal aktiva linjer	Antal noder med månatlig LLUB >150 kr per månad	Antal noder med månatlig LLUB >300 kr per månad	Genomsnittlig LLUB för de kostsamma noderna **
Hela nätet, 100%	160,81	6 402	6 135 172	2 640 502	3 579 850	5 138	4 032	48 506
Reducerad nätutbredning, alla linjer	93,15	4 938	5 213 079	1 823 461	3 053 080	3 255	1 483	5 381
Begränsad nätutbredning endast noder >50 aktiva linjer anläggs	91,39	3 451	5 168 161	1 787 289	3 025 031	1 822	405	773
Reducerad nätutbredning endast noder >75 aktiva linjer anläggs	90,55	3 155	5 136 211	1 763 055	3 005 613	1 549	279	641
Reducerad nätutbredning endast noder >100 aktiva linjer anläggs	89,63	2 882	5 094 737	1 732 306	2 979 667	1 304	204	584
Reducerad nätutbredning endast noder >50 aktiva linjer och maximal genomsnittligt värde om 30 m anläggs	88,29	3 122	5 041 803	1 681 318	2 950 300	1 496	219	715
Reducerad nätutbredning endast noder >75 aktiva linjer och maximal genomsnittligt värde om 30 m anläggs	87,59	2 861	5 013 668	1 660 391	2 933 140	1 258	127	526
Reducerad nätutbredning endast noder >100 aktiva linjer och maximal genomsnittligt värde om 30 m anläggs	86,91	2 635	4 979 375	1 635 623	2 911 665	1 060	85	484

Reduceringsscenario	LLUB*	Antal noder	Antal linjer (lines passed)	Antal byggnader (building passed)	Likvärdigt antal aktiva linjer	Antal noder med månatlig LLUB >150 kr per månad	Antal noder med månatlig LLUB >300 kr per månad	Genomsnittlig LLUB för de kostsamma noderna **
Reducerad nätutbredning endast noder >50 aktiva linjer och maximal genomsnittligt värde om 25 m anläggs	84,54	2 619	4 794 933	1 512 879	2 804 387	1 038	104	610
Reducerad nätutbredning endast noder >50 aktiva linjer och maximal genomsnittligt värde om 35 m anläggs	90,23	3 347	5 128 644	1 752 731	3 001 969	1 718	329	715

* Nationella genomsnittliga månatliga hyreskostnader (kr per månad utan påslag för gemensamma kostnader)

** Genomsnittligt kostnadsresultat för LLUB per månad (utan påslag för gemensamma kostnader) för de mest kostsamma accessnoderna

Genom att tillämpa de två gränsvärdena minskas antalet accessnoder med höga kostnadsresultat utan att drastiskt minska det totala antalet accessnoder som räknas med i underlaget.

Utgångspunkten för reduceringen av accessnoder är att det från början finns ett fullständigt nät, vilket inte skulle vara fallet för en operatör som driver ett verkligt nät. Det innebär att reduceringen av antalet accessnoder som kompletterar reduceringen av de 15 procent mest kostsamma linjerna resulterar i att det kommer finnas accessnoder som har genomsnittliga kostnadsresultat som är högre än det nationella genomsnittet.

Reduceringen baseras huvudsakligen på ett antaget värde för att anlägga en specifik linje (som bestäms utifrån ett värde beräknad på sektionsnivå). De 15 procent mest kostsamma linjerna utesluts från underlaget vilket kompletteras med en reducering på accessnodsnivå som baseras på "Active line threshold" och "maximum average

score" per accessnod. Månatlig hyreskostnad för LLUB fastställs därefter baserat på det nationella genomsnittet av kostnaderna för alla linjer.

Det är möjligt att ha accessnoder med genomsnittlig LLUB-kostnad som är flera gånger högre än det nationella genomsnittet, eftersom den mest kostsamma linjen som ska anläggas baseras på en metod som skulle ha gett ett värde på 78 meter vilket motsvarar ett sätt som ger högre kostnad för LLUB än det nationella genomsnittet (nationell genomsnittlig värde efter reducering är 15 meter, dvs. i genomsnitt vid nationell nivå bär varje linje en kostnad motsvarande 15 m av nätet). En accessnod som skulle ha ett icke marginellt högsta värde skulle då ha en genomsnittlig LLUB-kostnad som är högre än den nationella LLUB-kostnaden. Dessutom är denna aspekt sannolikt inte den enda som en marknadsaktör skulle beakta ifall den ska anlägga en accessnod eller inte.

Bilaga A Återanvändning av befintlig infrastruktur

Analys av återanvändning och värdering av befintlig infrastruktur

Vid utformning av kalkylmodell för det fasta nätet ska regleringsmyndigheterna, enligt EU-kommissionens rekommendation,[41] ta hänsyn till möjligheten att återanvända befintlig infrastruktur i anläggningen av accessnätet. Den infrastruktur som kan återanvändas avser schakt, kanalisation och brunnar. I arbetet med den nya kalkylmodellen för det fasta nätet har därför PTS ställts inför två frågor:

1. Hur stor andel av befintlig infrastruktur i form av schakt, kanalisation och brunnar i accessnätet kan den hypotetiska effektiva operatören återanvända?
2. Hur ska den återanvända infrastrukturen värderas?

Andel återanvändbar anläggningsinfrastruktur

För att kunna göra en bedömning av hur stor andel som kan återanvändas har PTS frågat Telia Company AB (Telia) om hur stor andel av befintlig kanalisation som går att återanvända vid utbyggnad av accessnätet. Telia har angivit att det är 0-20 procent, men att det är svårt att fastställa den exakta nivån. Telias sammantagna bedömning är att 15 procent av anläggningsinfrastrukturen kan återanvändas, men med stora variationer.

[41] Kommissionens rekommendation den 11 september 2013 om enhetliga krav på icke-diskriminering och kostnadsberäkningsmetoder för att främja konkurrensen och förbättra klimatet för bredbandsinvesteringar, (2013/466/EU), artikel 33

PTS har också ställt frågan till Telia om hur stor andel av nyanläggningen av fiberinfrastrukturen som anläggs via luftburen fiber. Enligt Telia använder bolaget luftburen fiber i en begränsad utsträckning varvid andelen luftburen fiber är låg. Detta har av Telia definierats som ett lågt ensiffrigt tal, utslaget över hela landet. Andelen luftburen fiber varierar mellan olika områden, men har använts mest i norra Sverige samt i Stockholms kranskommuner.

Användning av Telias bokföring (anläggningsregister)

PTS har ställt frågan om Telias/Skanovas anläggningsregister har en tillräcklig detaljeringsgrad för att kunna verifiera antagandet om andelen återanvändbar infrastruktur. Enligt Telia är det inte möjligt på grund av bristande detaljnivå i anläggningsregistret.

PTS bedömning av graden av återanvändbar anläggningsinfrastruktur

I och med att det finns en osäkerhet i underlaget och att det inte går att verifiera den exakta nivån på andelen återanvändbar anläggningsinfrastruktur, anser PTS att det är rimligt att utgå från Telias expertbedömning, men att justera den så att uppgiften om att 3 procent luftburen fiber tillkommer till de 15 procent som var den nivå som användes i tidigare modellutkast. Det leder sammantaget till att PTS anser det rimligt att använda 18 procent som andel av anläggningsinfrastruktur som kan återanvändas i utbyggnaden av accessnätet i kalkylmodellen, och luftburen fiber kan sägas vara inräknad i denna andel (Accessmodell, flik Dashboard, cell G22).

Hur ska återanvändbar infrastruktur värderas?

PTS har inte haft tillgång till underliggande data i form av anläggningsregister från Telia. Dessutom har bokföringen som redovisar värdet på accessnätet inte varit tillräckligt detaljerad. I brist på relevant underlag från Telia har PTS därför valt en annan ansats.

PTS har simulerat en värdering av ett nettobokfört värde (NBV), uttryckt i procent av den totala investeringen, vid tidpunkten för när den hypotetiskt effektiva operatören nyanlägger det modellerade nätet. För att kunna göra detta har PTS gjort antaganden om anskaffningsvärde, livslängd (avskrivningstid), utbyggnadsperiod och investeringsprofil.

Användning av Telias bokföring

Förutom att Telias anläggningsregister inte innehåller den detaljeringsgrad som är önskvärd finns det en värderingsproblematik med att använda det historiska bokförda anskaffningsvärdet. Under 2008 sålde TeliaSonera AB (TeliaSonera) tillgångar avseende främst infrastruktur i form av koppar- och fibernät samt

kanalisation till Skanova Access AB (Skanova). Det redovisade nettovärdet hos TeliaSonera uppgick till 13 427 mkr.

Tabell 44 Nettovärde infrastruktur TeliaSonera

Utrangering	Belopp
Ack anskaffningsvärde	32 952
Ack avskrivningar	-21 440
Ack nedskrivningar	-12
Ack uppskrivningar	1 927
Netto bokfört värde	**13 427**

Källa: TeliaSonera Årsredovisning 2008, Moderbolagets redovisning.

Tillgångarna övertogs av Skanova till marknadsvärde, vilket för anläggningstillgångarna bedömdes till 32 910 mkr. Transaktionen skedde i form av en apportemission, vilket innebär att eget kapital ökades (aktiekapitalet och överkursfonden till den del som översteg kvotvärdet), samtidigt som anläggningstillgångarna ökades med marknadsvärderingen. Överkursfonden tillhör det fria egna kapitalet och kan således användas för värdeöverföring (t ex utdelning eller koncernbidrag).

Skattemässigt överfördes tillgångarna emellertid till skattemässigt restvärde och ersättningen behandlades som en ej skattepliktig intäkt i TeliaSonera.

Tillskott av apportegendom mot erhållande av aktier utgör en momspliktig transaktion om egendomen lämnas från en momspliktig verksamhet.

Tidigare års uppskrivning
År 2003 gjordes en uppskrivning av anläggningstillgångarna i TeliaSonera om 4 949 mkr. Under år 2004 löstes 790 mkr upp, år 2005 löstes 1 541 mkr upp, år 2006 löstes 965 mkr upp och år 2007 löstes 502 mkr upp. Kvarvarande ackumulerad uppskrivning per sista december 2007 uppgick till 1 941 mkr. En anläggningstillgång som på balansdagen har ett tillförlitligt och bestående värde som väsentligt överstiger bokfört värde till det högre värdet får skrivas upp till det högre värdet om uppskrivningsbeloppet används för ökning av aktiekapitalet genom fondemission, nyemission eller för avsättning till en uppskrivningsfond.

Genom att skriva upp anläggningstillgångar frångås den historiska kostnadsredovisningen HCA.

Anskaffningsvärde

Anskaffningsvärdet uttrycks som andelar av 2017 års anskaffningsvärde, som angetts som 1. Anskaffningsvärdet för tidigare år har därför prisjusterats utifrån en antagen pristrend om 2,71 procent.

I modellen simuleras endast tillkommande anskaffningsvärde (nyanskaffningar), inte utrangeringar i form av skrotning eller försäljning, eftersom anläggningstillgångarna antas användas hela livslängden ut.

Livslängd (avskrivningstid)

Anläggningsinfrastruktur som kan återanvändas antas ha samma redovisningsmässiga livslängd som den ekonomiska livslängden som antas för samma nätelement vid nyanläggning i det modellerade nätet, dvs. 40 år.

I modellen beräknas kostnaden för värdeminskning (avskrivningen) linjärt över avskrivningstiden.

Utbyggnadsperiod

PTS har antagit en utbyggnadsperiod som sträcker sig mellan år 1959 och år 2006. Anledningen till att den startar 1959 är att PTS antar att det var då som accesskopparnätet började anläggas med kanalisation som går att återanvända. Anledningen till att utbyggnadsperioden slutar 2006 är att PTS bedömer att det var då som Telia generellt slutade att anlägga kopparnät till nybyggda bostadsområden.

Nätets investeringsprofil

För att fastställa omfattningen på investeringar i det fasta nätet från 1959 och framåt har PTS gått igenom Televerket/Telias årsredovisningar från 1959 fram till 2016.[42] Dock är det inte helt lätt att identifiera vad uppgifterna i årsredovisningarna avser, dessutom varierar detaljeringsgraden mellan olika år. De vanligaste kategorierna som förekommer i årsredovisningarna är följande kategorier, vilka ibland är termer på engelska:

- Investeringar telefoni
- Investeringar i anläggningar för telefoni, telegraf och telex, andra radioanläggningar, fastigheter
- Investeringar i fasta anläggningar för telekom
- Line plant
- Investeringar i abonnentanläggningar
- Long distance plant
- Telephone and telegraph offices

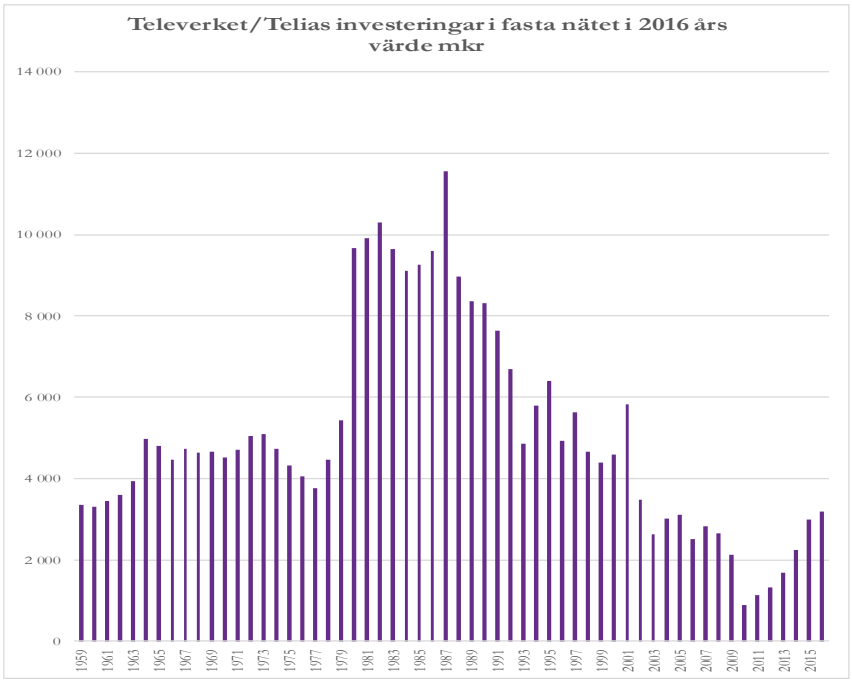
[42] PTS har begärt fram handlingar från Riksarkivet samt från Kungliga biblioteket. Årsredovisningar från 1999 och framåt finns tillgängliga via Telias hemsida.

- Transmission plant
- Switching plan

PTS har beräknat ett genomsnitt för investeringar i det fasta nätet per år och tagit fram en tidserie för investeringar i det fasta telenätet under perioden 1959-2016. Genom att sedan räkna om det till 2016 års värde baserat på konsumentprisindex har det varit möjligt att ställa det i relation till de investeringar som räknas fram i kalkylmodellen.

Investeringsprofilen för Televerket/Telia/Telia Sonera under åren 1959-2006 används i beräkningen[43] av värderingen av återanvändbar infrastruktur. Det innebär att antagandet om fördelningen av investeringarna under perioden 1959-2006 utgår från Telias historiska investeringsprofil.

Figur 83 Televerket/Telias investeringar i fasta nätet i 2016 års värde



Källa: Årsredovisningar Televerket, Telia, TeliaSonera, TeliaSonera Skanova Access AB

[43] Detta redovisas i två flikar i *Accessmodellen* (MS Excel), Accounting valuation vs BU samt HCA CCA Calculation.

Kostnad för att återanvända infrastruktur

Utöver värderingen av nätet finns det kostnader för att återanvända infrastruktur. Telia har framhållit att det finns en kostnad för ändring, tillägg, och anpassning för att ta äldre kanalisation i anspråk, vilket enligt deras beräkningar är ca 100 kr per meter.

PTS samlade bedömning om värderingen

PTS bedömer att den värdering som kan hämtas från Telias faktiska bokföring (anläggningsregister) inte är tillförlitlig, eftersom den inte kan tas fram på den detaljeringsgrad som erfordras, samt att den består av tidigare års uppskrivningar/marknadsvärdesjusteringar.

PTS har därför simulerat en beräkning av värderingen, som tar utgångspunkt i Telias faktiska historiska investeringsprofil. PTS har rimlighetsbedömt värderingen mot annan data om bostadsbyggande, se nedan.

Vidare anser PTS det rimligt att ta kostnaderna för ändring, tillägg och anpassning i beaktande och därför inkludera 100 kr per meter för den infrastruktur som återanvänds i kalkylmodellen (Accessmodellen, flik Dashboard, cell G20).

Rimlighetsbedömning av andel och värdering

För att kunna göra en bedömning om den modellerade värderingen av infrastruktur som återanvänds är rimlig har PTS gjort en analys som utgår från utvecklingen av bostadsbyggandet.

Baserat på statistik från SCB har PTS tagit fram data för åren 1959-2016 om

- Antal nya lägenheter i småhus per år
- Antal nya lägenheter i flerfamiljshus per år

I denna beräkning har PTS gjort följande antaganden:

1) När man bygger nya flerfamiljshus anläggs kanalisation för kopparnätet som sedermera kan användas i utbyggnad av fibernät.
2) I byggandet av nya småhus anläggs kanalisation för kopparnätet som till viss del kan återanvändas.
3) Lägenheterna fungerar som en approximation för kanalisation.
4) 40 års avskrivningstid.
5) Fram till och med 2006 anläggs kopparnät till nya flerfamiljshus och småhus.

För att kunna undersöka frågan har PTS gjort ett antal antaganden i beräkningarna:

- Under perioden 1959-2006 byggdes 1,5 miljoner lägenheter i flerbostadshus och 0,5 miljoner bostadslägenheter i småhus.
- Nätinvesteringar som användes till flerbostadshusen som byggdes under perioden 1959-1976 antas vara helt avskrivna. Denna andel är 67 procent av byggnationen för aktuell period och hustyp.
- Den viktade genomsnittliga åldern på beståndet byggt under perioden 1977-2006 är 26 år.
- Andelen av flerbostadshus som har återanvändbar kanalisation och är byggda under perioden 1959-1976 skattas av PTS till 35 procent.
- Andelen av flerbostadshus som har återanvändbar kanalisation och är byggda under perioden 1977-2006 skattas av PTS till 70 procent.
- Andel av småhus som har återanvändbar kanalisation och byggd under perioden 1977-2007 skattas av PTS till 25 procent.
- Baserat på ovanstående skattningar blir det totala antalet bostadslägenheter med kanalisation som går att återanvända ca 850 000.
- Det totala lägenhetsbeståndet i småhus och flerbostadshus uppgick 2016 till drygt 4,7 miljoner. Andelen bostadslägenheter som har återanvändbar kanalisation (baserat på ovanstående skattningar) blir därför 18 procent.

För att kunna räkna på värderingen av den kanalisation som går att återanvända har PTS byggt vidare på de skattningar som redovisas ovan. Beräkningen består av följande steg:

- A= Andel helt avskriven kanalisation (baserat på det totala antalet lägenheter byggda 1959-1976 dividerat med det totala antalet lägenheter byggda under perioden 1959-2006, vilket är 67,2 procent)
- B= Skattning av andelen flerbostadshus som har återanvändbar kanalisation och byggdes under perioden 1959-1976, vilket är 35 procent.
- C= A * B = 23,5 procent
- D= Den viktade genomsnittliga åldern på beståndet byggt under perioden 1977-2006, vilket är 25,6 år.
- E= 40 års avskrivningstid
- F= D/E, vilket är 64 procent
- G= värderingen som utgår från att det kostar 100 procent att bygga nytt, och från det dras C och F bort. D.v.s. G=1-0,235-0,64=12,5 procent

Tabell 45 Skattning av andel återanvändbar infrastruktur och värdering baserat på statistik för nybyggnation av bostadslägenheter

		Källa

Antal lägenheter i flerbostadshus byggda under perioden 1959-2006	1 546 385	SCB
därav byggda under perioden 1976-2006	507 164	SCB
Antal lägenheter byggda 1959-1976 och därmed helt avskrivna	1 039 221	PTS
Andel helt avskrivna	67%	PTS
Genomsnittlig ålder (andelsviktat) på lägenheter byggda 1977-2006	26 år	PTS
Andel av lägenheter byggda 1959-1976 som har återanvändbar kanalisation	35%	PTS
Andel av lägenheter byggda 1977-2006 som har återanvändbar kanalisation	70%	PTS
Antal bostadslägenheter i småhus byggda under perioden 1976-2006	514 830	SCB
Andel som är återanvändbar	25%	PTS
Totalt antal bostadslägenheter i småhus med återanvändbar kanalisation	128 708	PTS
Antal lägenheter med kanalisation byggda 1959-1976 som går att återanvända	363 727	PTS
Antal lägenheter med kanalisation byggda 1977-2006 som går att återanvända	355 015	PTS
Totalt antal lägenheter med kanalisation som går att återanvända	847 450	PTS
Antal hushåll (skattning baserat på antal bostadshushåll)	4 711 025	PTS
Andel återanvändbar kanalisation (totala antalet lägenheter/totala antalet med återanvändbar kanalisation	18%	PTS
Andel helt avskrivna byggt 1956-1976 * andel som är återanvändbar	24%	PTS
Genomsnittlig ålder på bostadslägenheter/40 års avskrivning	64%	PTS
Värdering av återanvändbar kanalisation	12%	PTS

Slutsats

Beräkningen som kopplar antal bostadslägenheter till kanalisation visar att den framräknade värderingen, som bygger på ett antal skattningar som PTS gjort, ligger i linje med vad kalkylmodellen använder. Den baseras dock på ett inte oväsentligt antal osäkra faktorer, men kan ses som ett sätt att göra en rimlighetsbedömning av antagande som görs i kalkylmodellen.

När det gäller andelen återanvändbar kanalisation beräknas den i denna analys till 18 procent, vilket utgår från nybyggnation av lägenheter i flerbostadshus och småhus, vilket är ett annat perspektiv för att undersöka frågan. Det är i linje med den andel som används i kalkylmodellen.

När det gäller frågan om värdering av återanvändbar kanalisation visar skattningen på 12 procent, vilket ligger i linje med ett genomsnitt för åren 2016-2018 som kalkylmodellen beräknat.[44]

[44] Se Accessmodellen (MS Excel), flik Accounting valuation vs BU

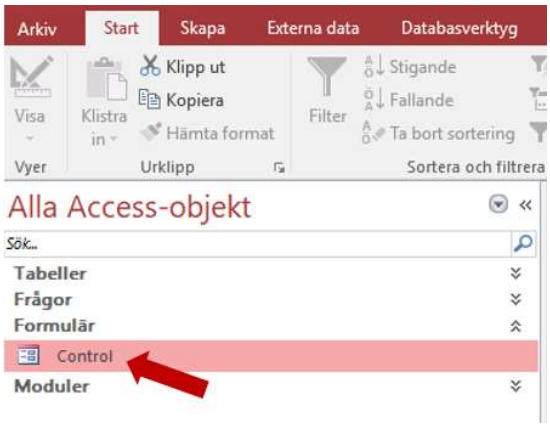
Tabell 46 Televerket/Telia/TeliaSonera/Skanovas investeringar i det fasta nätet

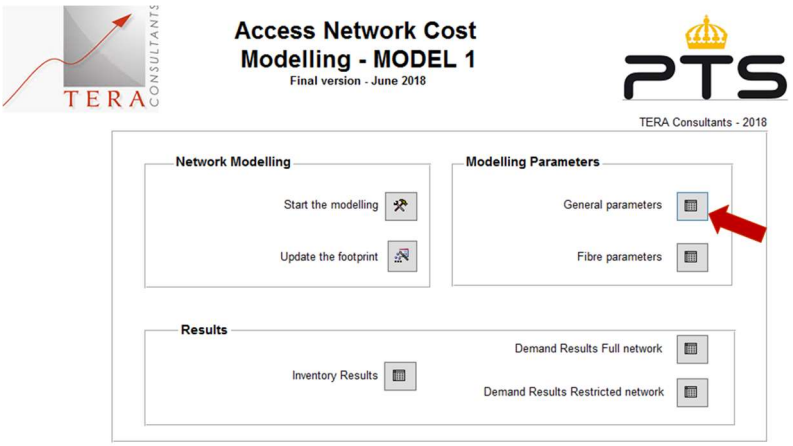
	Televerket/Telias investeringar i fasta nätet i mkr	Televerket/Telias investeringar i fasta nätet i 2016 års värde mkr
1959	285	3 361
1960	290	3 300
1961	312	3 461
1962	339	3 599
1963	380	3 928
1964	497	4 966
1965	506	4 812
1966	502	4 469
1967	553	4 736
1968	552	4 639
1969	571	4 668
1970	591	4 527
1971	662	4 710
1972	753	5 057
1973	811	5 107
1974	827	4 727
1975	832	4 333
1976	857	4 056
1977	887	3 761
1978	1 159	4 467
1979	1 513	5 445
1980	3 054	9 665
1981	3 509	9 907
1982	3 959	10 293
1983	4 041	9 645
1984	4 127	9 116
1985	4 491	9 243
1986	4 859	9 596
1987	6 096	11 546
1988	5 000	8 954
1989	4 965	8 354
1990	5 465	8 320
1991	5 479	7 633
1992	4 915	6 693
1993	3 742	4 868
1994	4 554	5 799
1995	5 154	6 401
1996	3 978	4 917
1997	4 584	5 639
1998	3 778	4 654
1999	3 583	4 392
2000	3 785	4 593
2001	4 921	5 831
2002	2 990	3 468
2003	2 315	2 634
2004	2 654	3 009
2005	2 754	3 108
2006	2 264	2 521
2007	2 599	2 831
2008	2 531	2 665
2009	2 006	2 119
2010	866	903
2011	1 119	1 137
2012	1 310	1 319
2013	1 685	1 698
2014	2 218	2 239
2015	2 964	2 994
2016	3 185	3 185

Källa: Årsredovisningar 1959-2016

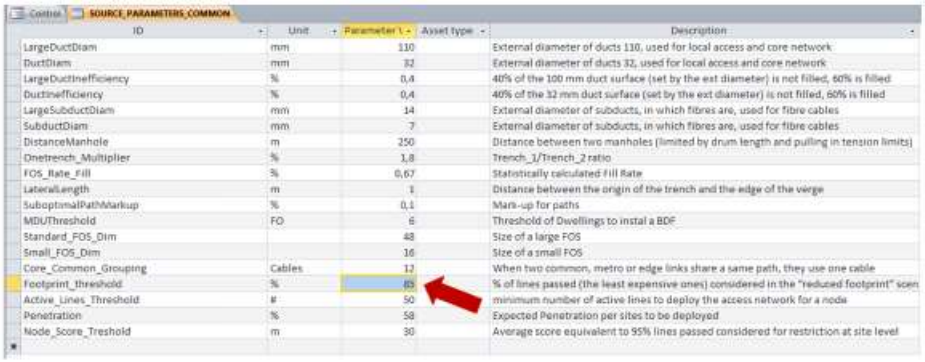
Bilaga B – Steg för steg instruktion för uppdatering av modellen

0) Om man vill göra en förändring av den geografiska utbredningen ska man ta följande steg, annars kan man gå vidare till steg 1.
   a) Uppdatera parametern för geografisk utbredning genom att trycka på knappen "General Parameters" i "Control"-panelen i *Geoaccessmodellen* (MS Access) och välj ett nytt värde. Detta måste göras för var och en av de sex olika geoaccessmodellerna i MS Access.





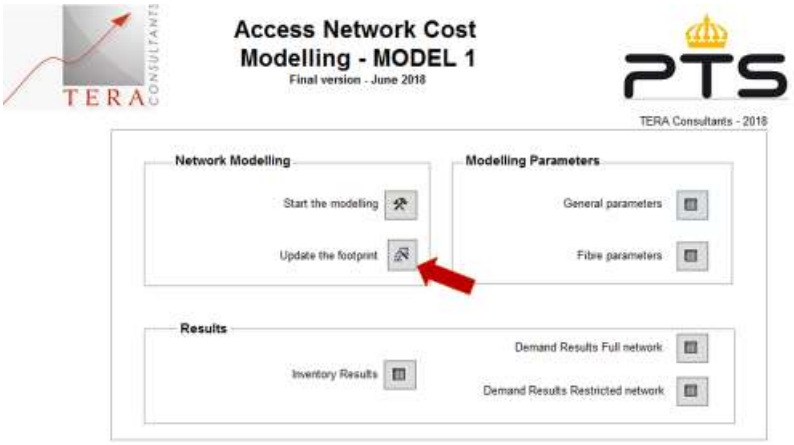
Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*



ID	Unit	Parameter \	Asset type	Description
LargeDuctDiam	mm	110		External diameter of ducts 110, used for local access and core network
DuctDiam	mm	32		External diameter of ducts 32, used for local access and core network
LargeDuctInefficiency	%	0,4		40% of the 100 mm duct surface (set by the ext diameter) is not filled, 60% is filled
DuctInefficiency	%	0,4		40% of the 32 mm duct surface (set by the ext diameter) is not filled, 60% is filled
LargeSubductDiam	mm	14		External diameter of subducts, in which fibres are, used for fibre cables
SubductDiam	mm	7		External diameter of subducts, in which fibres are, used for fibre cables
DistanceManhole	m	250		Distance between two manholes (limited by drum length and pulling in tension limits)
Onetrench_Multiplier	%	1,8		Trench_1/Trench_2 ratio
FOS_Rate_Fill	%	0,67		Statistically calculated Fill Rate
LateralLength	m	1		Distance between the origin of the trench and the edge of the verge
SuboptimalPathMarkup	%	0,1		Mark-up for paths
MDUThreshold	FO	6		Threshold of Dwellings to instal a BDF
Standard_FOS_Dim		48		Size of a large FOS
Small_FOS_Dim		16		Size of a small FOS
Core_Common_Grouping	Cables	12		When two common, metro or edge links share a same path, they use one cable
Footprint_threshold	%	85		% of lines passed (the least expensive ones) considered in the "reduced footprint" scen
Active_Lines_Threshold	#	50		minimum number of active lines to deploy the access network for a node
Penetration	%	58		Expected Penetration per sites to be deployed
Node_Score_Treshold	m	30		Average score equivalent to 95% lines passed considered for restriction at site level

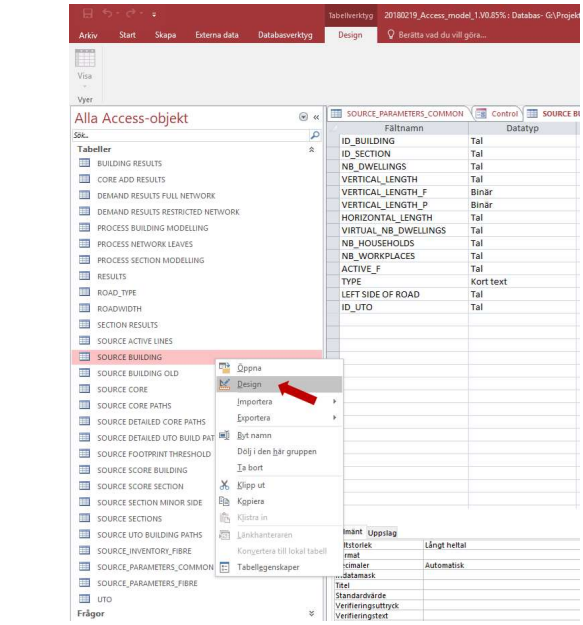
Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

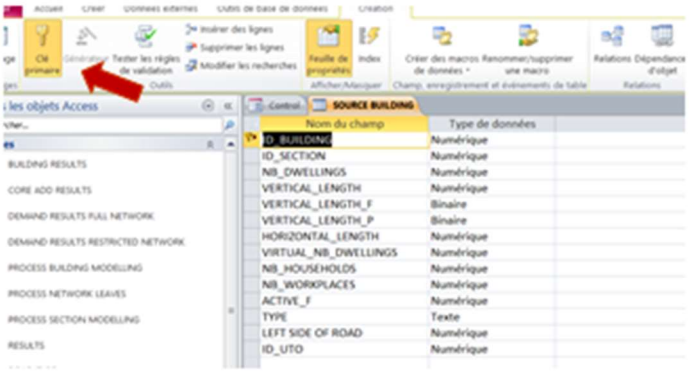
b) Tryck på knappen "Update the footprint" i panelen "Control" och vänta på att beräkningen genomförs. När meddelandeboxen kommer upp, tryck "Ok".



Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

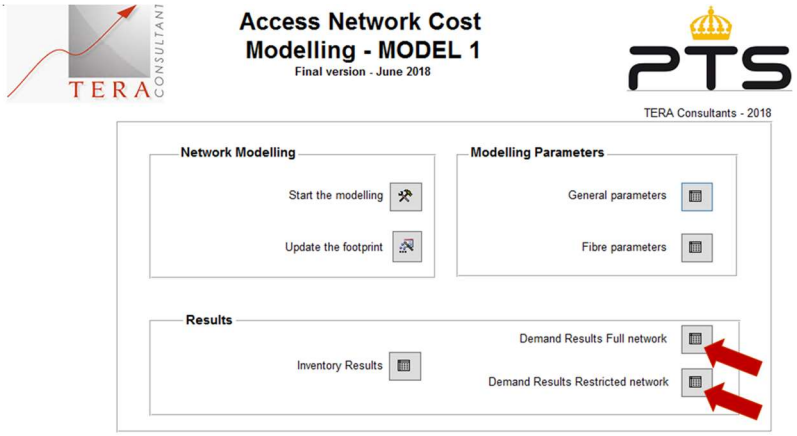
c) Öppna designvyn av tabellerna "SOURCE BUILDING" och "SOURCE SCORE BUILDING", och ange variabeln "ID-BUILDING" som primärnyckel i tabellerna.





Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

d) Klicka på knapparna ”Demand Results” i panelen ”Control” i *Geoaccessmodellen* (MS Access). Dessa resultat visar fullständig respektive reducerad geografisk utbredning.



Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

e) Kopiera och klistra in tabellerna ”DEMAND RESULTS FULL NETWORK”, respektive ”DEMAND RESULTS RESTRICTED NETWORK” i relevant flik i *Efterfrågemodellen* “Inputs from MS Access 100%” och “Inputs from MS Access Restrict”. Detta behöver göras för var och en av de sex modellerna.

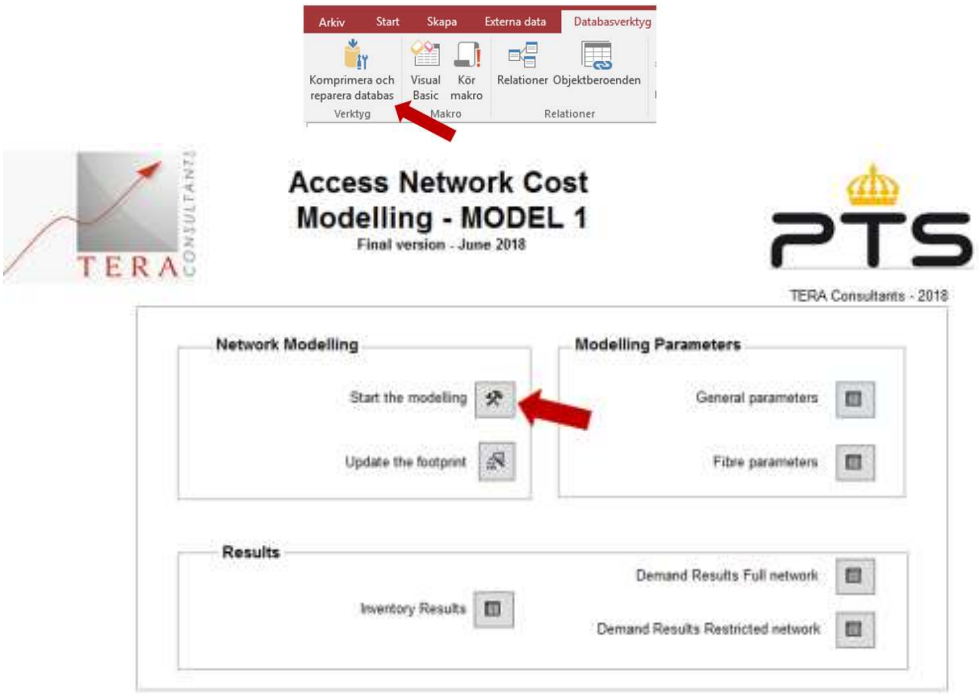
Källa: Efterfrågemodellen (MS Excel)

f) Klistra in tabellen från Excel till *Geoaccessmodellen* i MS Access i den tabell som visas när man trycker på “Input from the Demand model” i panelen “Control”. Detta behöver göras för var och en av de sex modellerna.

Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

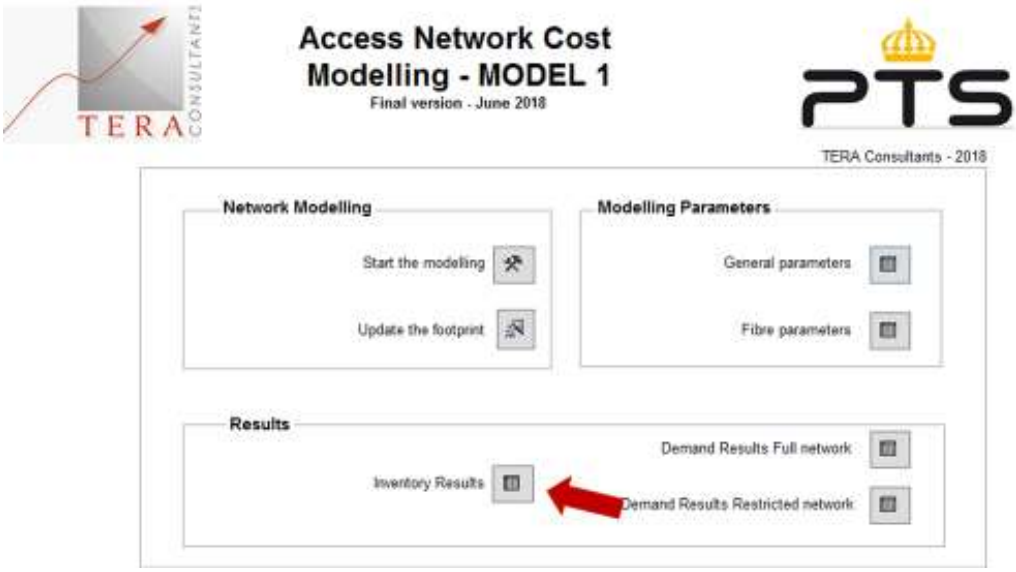
Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

1) Varje gång en parameter ändras i *Geoaccessmodellen* (MS Access) behöver beräkningen uppdateras genom att trycka på "Start the modeling" i panelen "Control". Innan detta görs behöver Steg 0) b) och c) genomföras, även om inte footprint ändras. Komprimera databasen innan beräkningarna görs för att undvika att filen blir större än 2 Gb, vilket är den övre gränsen för MS Access.

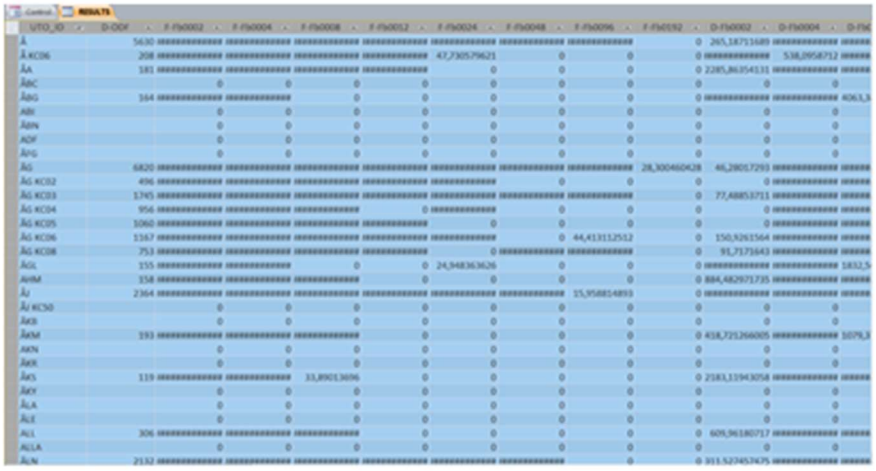


Källa: Geoaccessmodellen *(MS Access)*

2) Klicka på knappen "Inventory Results" i panelen "Control" i *Geoaccessmodellen* (MS Access). Kopiera tabellen "RESULTS" till respektive modell i fliken "Import from ACCESS" i *Accessmodellen* (MS Excel).



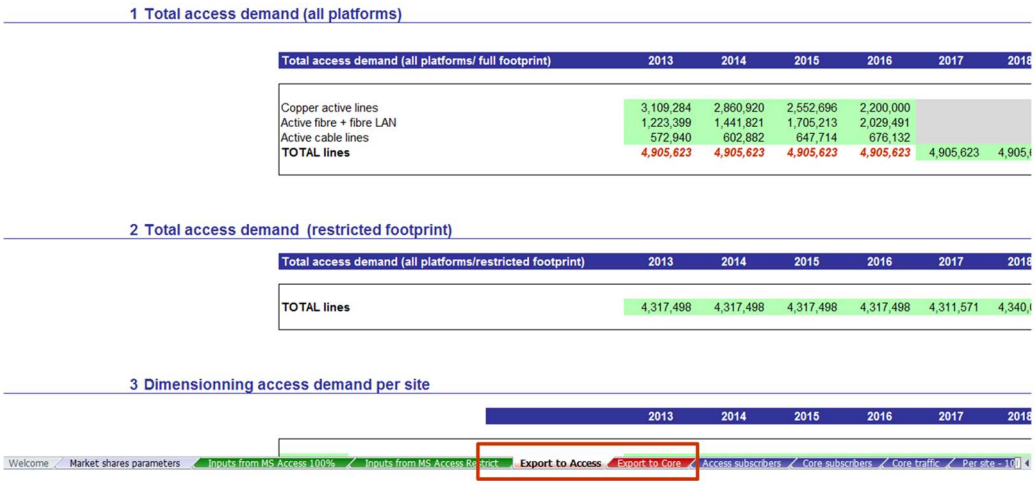
Källa: Geoaccessmodellen (MS Access)



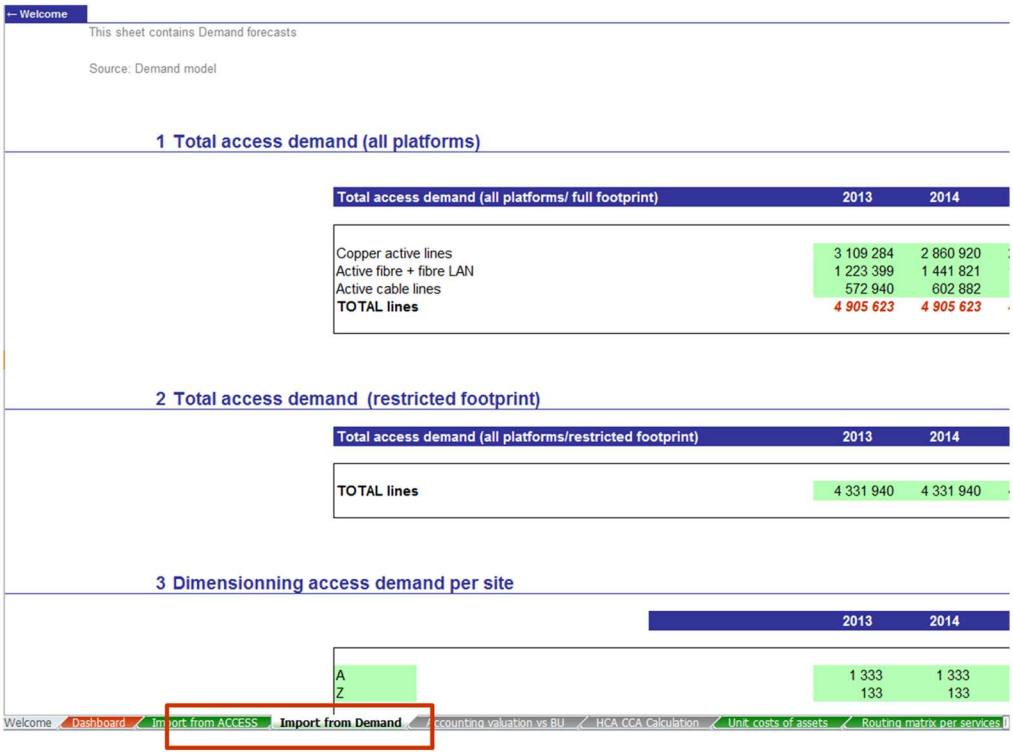
Källa: Geoaccessmodellen (MS Access)

Källa: Accessmodellen *(MS Excel)*

3) I *Efterfrågemodellen* (MS Excel), kopiera information från "Export to Access" och "Export to Core" till flikarna "Import from Demand" i *Accessmodellen* (MS Excel) respektive *Coremodellen* (MS Excel).

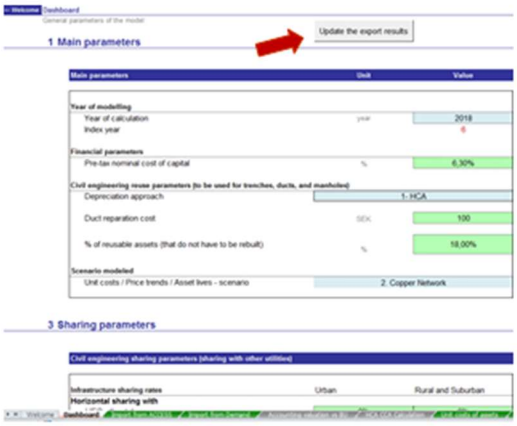


Källa: Efterfrågemodellen *(MS Excel)*



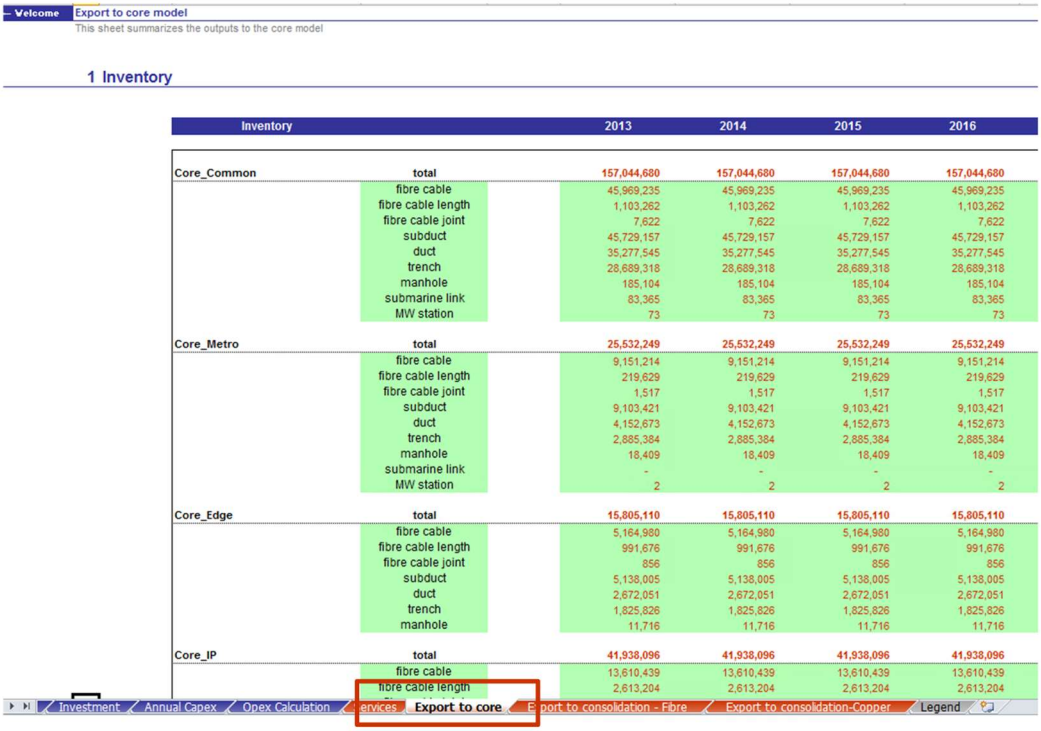
Källa: Accessmodellen *(MS Excel)*

4) I *Accessmodellen* (MS Excel, uppdatera scenario (Koppar/Fiber) och annan indata som önskas, i fliken "Dashboard"). Klicka sedan på makroknappen "Update the export results", vilket uppdaterar resultaten.



Källa: Accessmodellen (MS Excel)

5) I *Accessmodellen* (MS Excel), kopiera information från fliken "Export to Core model" till fliken "Import from Access" i *Coremodellen* (MS Excel).



Welcome | Export to core model

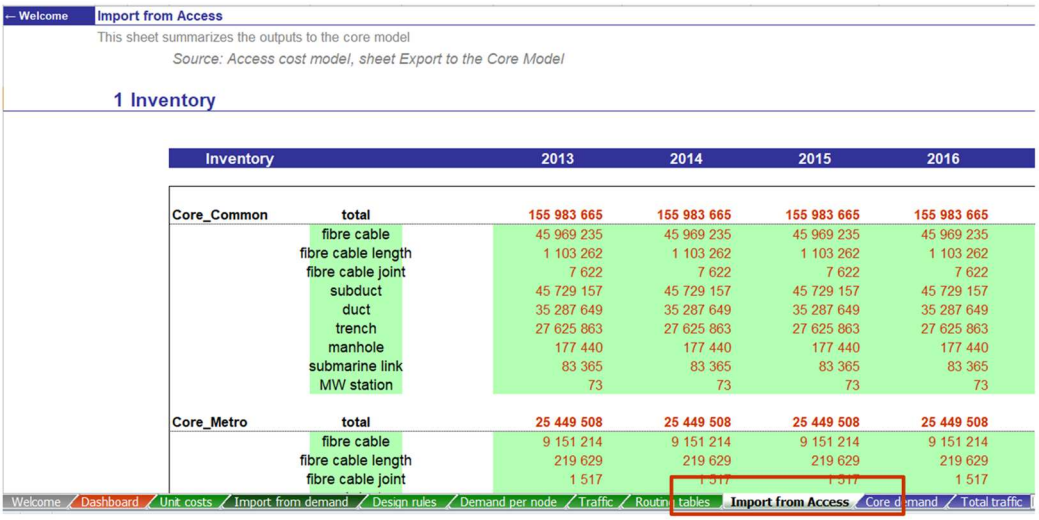
This sheet summarizes the outputs to the core model

1 Inventory

Inventory		2013	2014	2015	2016
Core_Common	total	157,044,680	157,044,680	157,044,680	157,044,680
	fibre cable	45,969,235	45,969,235	45,969,235	45,969,235
	fibre cable length	1,103,262	1,103,262	1,103,262	1,103,262
	fibre cable joint	7,622	7,622	7,622	7,622
	subduct	45,729,157	45,729,157	45,729,157	45,729,157
	duct	35,277,545	35,277,545	35,277,545	35,277,545
	trench	28,689,318	28,689,318	28,689,318	28,689,318
	manhole	185,104	185,104	185,104	185,104
	submarine link	83,365	83,365	83,365	83,365
	MW station	73	73	73	73
Core_Metro	total	25,532,249	25,532,249	25,532,249	25,532,249
	fibre cable	9,151,214	9,151,214	9,151,214	9,151,214
	fibre cable length	219,629	219,629	219,629	219,629
	fibre cable joint	1,517	1,517	1,517	1,517
	subduct	9,103,421	9,103,421	9,103,421	9,103,421
	duct	4,152,673	4,152,673	4,152,673	4,152,673
	trench	2,885,384	2,885,384	2,885,384	2,885,384
	manhole	18,409	18,409	18,409	18,409
	submarine link	-	-	-	-
	MW station	2	2	2	2
Core_Edge	total	15,805,110	15,805,110	15,805,110	15,805,110
	fibre cable	5,164,980	5,164,980	5,164,980	5,164,980
	fibre cable length	991,676	991,676	991,676	991,676
	fibre cable joint	856	856	856	856
	subduct	5,138,005	5,138,005	5,138,005	5,138,005
	duct	2,672,051	2,672,051	2,672,051	2,672,051
	trench	1,825,826	1,825,826	1,825,826	1,825,826
	manhole	11,716	11,716	11,716	11,716
Core_IP	total	41,938,096	41,938,096	41,938,096	41,938,096
	fibre cable	13,610,439	13,610,439	13,610,439	13,610,439
	fibre cable length	2,613,204	2,613,204	2,613,204	2,613,204

Investment | Annual Capex | Opex Calculation | ervices | Export to core | Export to consolidation - Fibre | Export to consolidation-Copper | Legend

Källa: Accessmodellen (MS Excel)



← Welcome | Import from Access

This sheet summarizes the outputs to the core model

Source: Access cost model, sheet Export to the Core Model

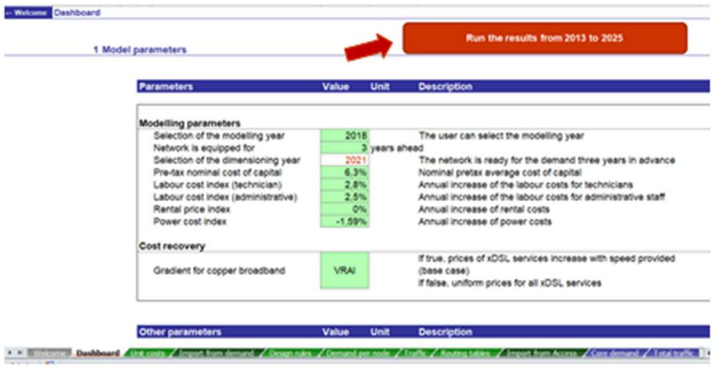
1 Inventory

Inventory		2013	2014	2015	2016
Core_Common	total	155 983 665	155 983 665	155 983 665	155 983 665
	fibre cable	45 969 235	45 969 235	45 969 235	45 969 235
	fibre cable length	1 103 262	1 103 262	1 103 262	1 103 262
	fibre cable joint	7 622	7 622	7 622	7 622
	subduct	45 729 157	45 729 157	45 729 157	45 729 157
	duct	35 287 649	35 287 649	35 287 649	35 287 649
	trench	27 625 863	27 625 863	27 625 863	27 625 863
	manhole	177 440	177 440	177 440	177 440
	submarine link	83 365	83 365	83 365	83 365
	MW station	73	73	73	73
Core_Metro	total	25 449 508	25 449 508	25 449 508	25 449 508
	fibre cable	9 151 214	9 151 214	9 151 214	9 151 214
	fibre cable length	219 629	219 629	219 629	219 629
	fibre cable joint	1 517	1 517	1 517	1 517

Welcome | Dashboard | Unit costs | Import from demand | Design rules | Demand per node | Traffic | Routin tables | Import from Access | Core d mand | Total traffic

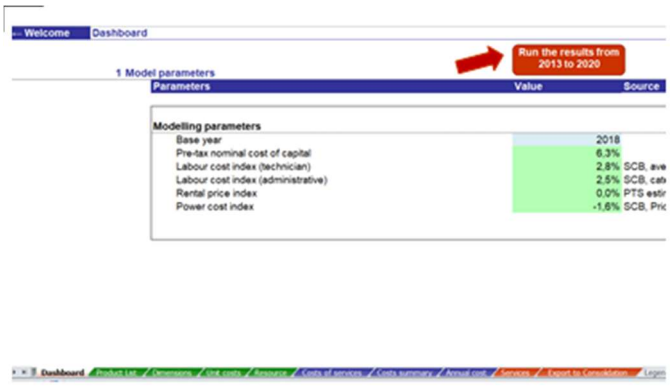
Källa: Coremodellen *(MS Excel)*

6) I *Coremodellen* (MS Excel), uppdatera de förändringar i indata som önskas i fliken "Dashboard". Klicka sedan på makroknappen "Run the results from 2013 to 2025", vilket uppdaterar resultaten.



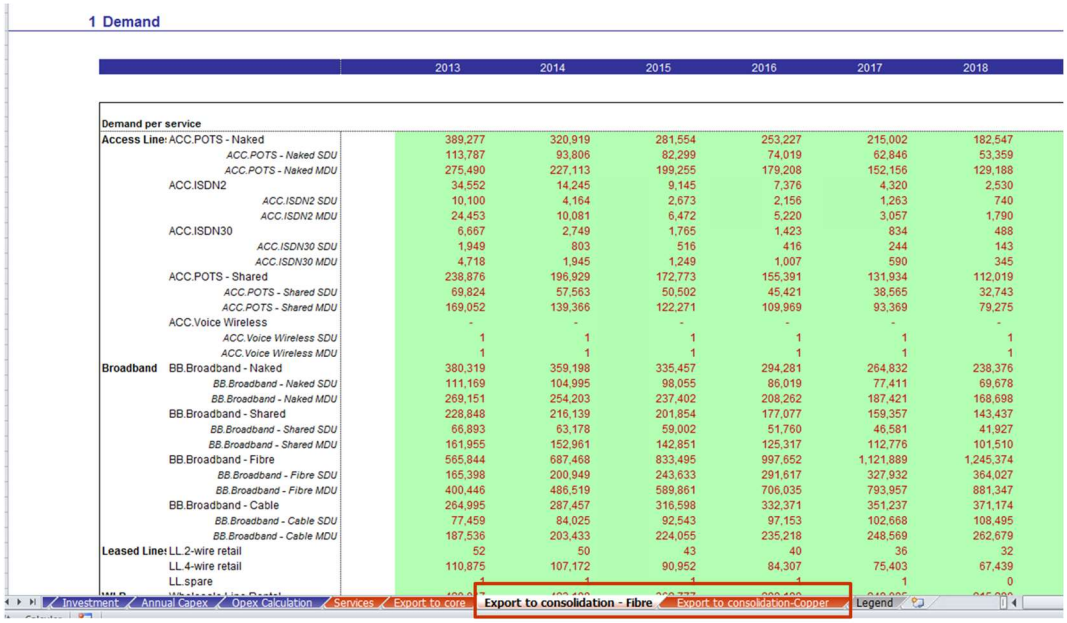
Källa: Coremodellen *(MS Excel)*

7) I *Samlokaliseringsmodellen* (MS Excel), uppdatera de förändringar i indata som önskas i fliken "Dashboard". Klicka sedan på makroknappen "Run the results from 2013 to 2020", vilket uppdaterar resultaten.



Källa: Samlokaliseringsmodellen *(MS Excel)*

8) För var och en av de tre modellerna *Accessmodellen* (MS Excel), *Coremodellen* (MS Excel) och *Samlokaliseringsmodellen* (MS Excel), kopiera innehållet i fliken "Export to Consolidation" och klistra in det i respektive flik i *Konsolideringsmodellen* (MS Excel).

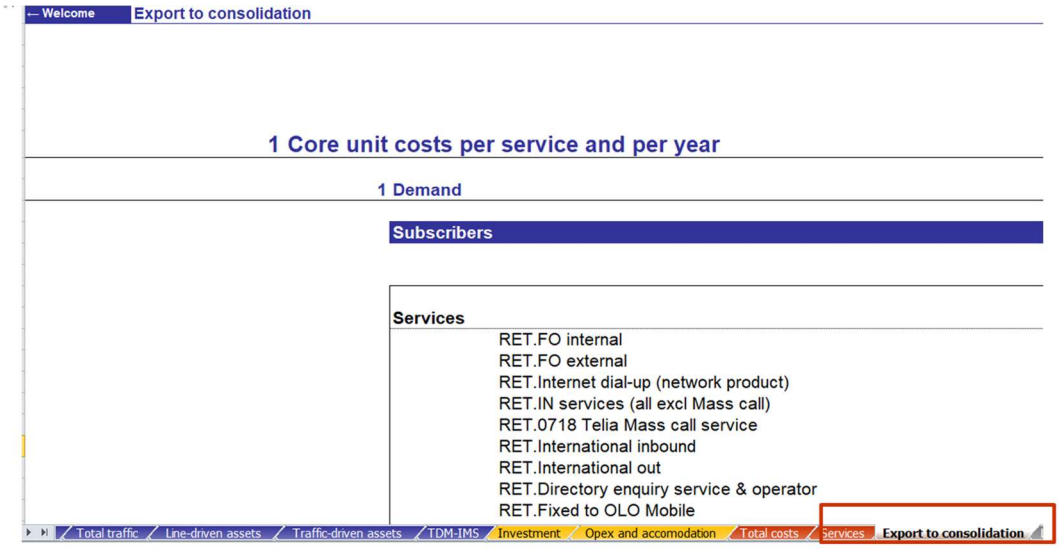


1 Demand

		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Demand per service							
Access Line	ACC.POTS - Naked	389,277	320,919	281,554	253,227	215,002	182,547
	ACC.POTS - Naked SDU	113,787	93,806	82,299	74,019	62,846	53,359
	ACC.POTS - Naked MDU	275,490	227,113	199,255	179,208	152,156	129,188
	ACC.ISDN2	34,552	14,245	9,145	7,376	4,320	2,530
	ACC.ISDN2 SDU	10,100	4,164	2,673	2,156	1,263	740
	ACC.ISDN2 MDU	24,453	10,081	6,472	5,220	3,057	1,790
	ACC.ISDN30	6,667	2,749	1,765	1,423	834	488
	ACC.ISDN30 SDU	1,949	803	516	416	244	143
	ACC.ISDN30 MDU	4,718	1,945	1,249	1,007	590	345
	ACC.POTS - Shared	238,876	196,929	172,773	155,391	131,934	112,019
	ACC.POTS - Shared SDU	69,824	57,563	50,502	45,421	38,565	32,743
	ACC.POTS - Shared MDU	169,052	139,366	122,271	109,969	93,369	79,275
	ACC.Voice Wireless	-	-	-	-	-	-
	ACC.Voice Wireless SDU	1	1	1	1	1	1
	ACC.Voice Wireless MDU	1	1	1	1	1	1
Broadband	BB.Broadband - Naked	380,319	359,198	335,457	294,281	264,832	238,376
	BB.Broadband - Naked SDU	111,169	104,995	98,055	86,019	77,411	69,678
	BB.Broadband - Naked MDU	269,151	254,203	237,402	208,262	187,421	168,698
	BB.Broadband - Shared	228,848	216,139	201,854	177,077	159,357	143,437
	BB.Broadband - Shared SDU	66,893	63,178	59,002	51,760	46,581	41,927
	BB.Broadband - Shared MDU	161,955	152,961	142,851	125,317	112,776	101,510
	BB.Broadband - Fibre	565,844	687,468	833,495	997,652	1,121,889	1,245,374
	BB.Broadband - Fibre SDU	165,398	200,949	243,633	291,617	327,932	364,027
	BB.Broadband - Fibre MDU	400,446	486,519	589,861	706,035	793,957	881,347
	BB.Broadband - Cable	264,995	287,457	316,598	332,371	351,237	371,174
	BB.Broadband - Cable SDU	77,459	84,025	92,543	97,153	102,668	108,495
	BB.Broadband - Cable MDU	187,536	203,433	224,055	235,218	248,569	262,679
Leased Line	LL.2-wire retail	52	50	43	40	36	32
	LL.4-wire retail	110,875	107,172	90,952	84,307	75,403	67,439
	LL.spare	1	1	1	1	1	0

Investment | Annual Capex | Opex Calculation | Services | Export to core | Export to consolidation - Fibre | Export to consolidation-Copper | Legend

Källa: Accessmodellen *(MS Excel)*



← Welcome | Export to consolidation

1 Core unit costs per service and per year

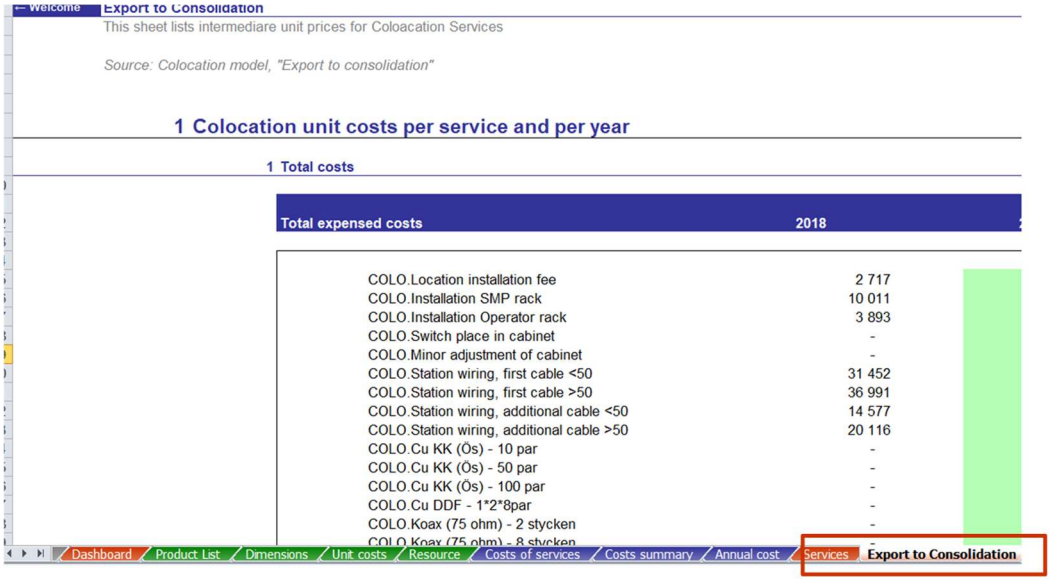
1 Demand

Subscribers

Services
RET.FO internal
RET.FO external
RET.Internet dial-up (network product)
RET.IN services (all excl Mass call)
RET.0718 Telia Mass call service
RET.International inbound
RET.International out
RET.Directory enquiry service & operator
RET.Fixed to OLO Mobile

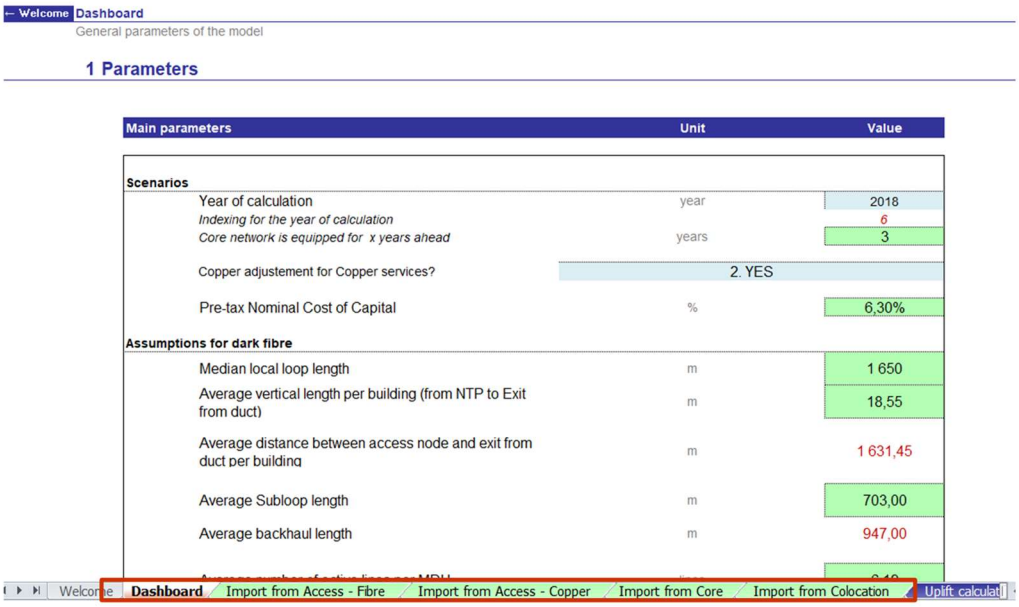
Total traffic | Line-driven assets | Traffic-driven assets | TDM-IMS | Investment | Opex and accomodation | Total costs | Services | Export to consolidation

Källa: *Coremodellen* (MS Excel)



Källa: Samlokaliseringsmodellen (MS Excel)

9) i *Konsolideringsmodellen* (MS Excel), uppdatera de förändringar i indata som önskas i fliken "Dashboard".



Källa: Konsolideringsmodellen (MS Excel)

Bilaga C – Förkortningar

BDF - Building Distribution Frame, fastighetsnod

CAPM - Capital Asset Pricing Model, beräkna kostnad för kapital

EPMU - Equi-Proportionate Mark-Up, likartat proportionellt påslag

FOS - Fiberoptisk spridningspunkt

FTTH – Fiber to the Home, fiber till hemmet

FTTB – Fiber to the Building, fiber till fastighet

FTTC – Fiber to the Curb, fiber till kopplingsskåp

GIS - Geografiska Informationssystem

IMS - IP multimedia subsystem

IP - Internet Protocol, internet protokoll

LLUB - Local Loop Unbundling, lokalt tillträde

LRIC - Long Run Incremental Cost, långsiktiga inkrementella kostnader

MEA - Modern Equivalent Asset, moderna likvärdiga tillgången

MDF - Main Distribution Frame (korskoppling)

MDU - Multi Dwelling Unit, flerfamiljshus

MPLS - Multiprotocol Label Switching, teknik för att transportera IP-paket

NGN – Next Generation Network, nästa generations nät

NPV - Net Present Value, nettonuvärde

NTP - Network Termination Point, nättermineringspunkt

ODF - Optical Distribution Frame

OLT - Optisk Linje Terminal

POTS - Plain old telephone service

PSTN - Public Switch Telephone Network, kretskopplad fast telefoni

xDSL - Digital Subscriber Line, bredband via kopparnätet

SDU - Single Dwelling Unit, enfamiljshus

SDH - Synchronous Digital Hierarchy, standard för dataöverföring i optiska nät

WACC - Weighted Average Cost of Capital, viktad genomsnittlig kapitalkostnad

WDM - Wavelength Division Multiplexing, multiplexteknik för att skicka flera ljusvågor i samma fiber

Bilaga D – Begreppsordlista

Ord	Definition
Accessnod	Den nod som på ena sidan är ansluten till anslutningsnät och andra sidan är ansluten till accessnät. Accessnod kan även benämnas fördelningsnod eller områdesnod.
Accessnät	Den passiva delen av nätet som förbinder användar- eller fastighetsnod, vilken är den nod som är placerad hos slutanvändaren eller i fastighet, till en accessnod, vilken är den nod som å ena sidan är ansluten till accessnätet å andra sidan är ansluten till corenätet och är lokaliserad till en site.
Anslutningsnät	Knyter samman regionnät med accessnät. Kan exempelvis vara nät inom en tätort.
Annuitet	Annuiteter beräknar en tillgångs årskostnad i form av kapitalkostnad för både kapitalanskaffning och värdeminskning (avskrivningen). Årlig utbetalningsström som, när den är diskonterad med en lämplig kostnad för kapital över en tillgångs livslängd, ger återanskaffningskostnaden för en tillgång. Annuitetsmetoden kan vara antingen vanlig eller prisanpassad. Den senare innefattar en förändringsfaktor (lutning) som möjliggör att annuiteterna utvecklas i linje med prisförändringar för tillgångarna.
Användarnod	Den nod som finns hos slutanvändaren. Den kan vara ett enkelt fiberuttag (se NTP) eller med en aktiv utrustning. Kan även benämnas fastighetsnod.
Avlämningspunkt	Den punkt där kanalisation avlämnas, t.ex. vid tomtgräns.
BDF	Building Distribution Frame, en fastighetsnod i form av en ODF i fastigheten.
Brunn	Nergrävt utrymme där kanalisation startar, avslutas eller avgrenas, och där fiberkablar skarvas. Exempel på olika typer av brunnar : kabelbrunn, skarvbrunn, intagsbrunn, dragbrunn skarvlåda och slingbrunn.
Bråd timme	Den sammanhängande timme under ett dygn som uppvisar största trafikmängden
BULRIC	BU står för bottom-up, nedifrån-och-upp. LRIC är en kostnadsberäkningsmetod som återspeglar den inkrementella kostnaden 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 kostnadsbasen. En viktig beståndsdel i en BULRIC-modell är beräkningen av den årliga kostnaden för tillgångarna, den s.k. årskostnaden eller annuiteten.
Capex	Capital expenditures, kapital investeringar i anläggningstillgångar, uppstår när en operatör investerar i utrustning och anlägger nätinfrastruktur.

Corenät	Corenätet består av två lager: det passiva lagret (fysiska framföringsvägar) och det aktiva lagret (aktiv nodutrustning). Corenät är ett samlingsbegrepp för den del av nätet som förbinder olika nätnoder med varandra, vilka är placerade på siter, och där den trafik som genereras av slutanvändarna överförs från accessnätet. Corenätet är uppbyggt med tre nivåer: först den gemensamma nivå eller anslutningsnät, därefter den regionala nivån (Edge) och överst den nationella nivån (Core-IP). Den gemensamma nivån förbinder accessnoder till Edgenoder, och på denna nivå finns också Metro som tillhandahåller redundanta förbindelser, vilket kopplar samman accessnoder samt andra Edgenoder. Den regionala nivån ansluter Edgenoder i en region till varandra och till den regionala huvudnoden, vilket är en Core-IP-nod. Den nationella nivån är Core-IP och ansluter landets regionala huvudnoder – ip-noder - med varandra.
Delade kostnader	Joint cost. Kostnader för de insatsvaror som krävs för att producera två eller flera tjänster i samma inkrement, då det inte är möjligt att identifiera i vilken utsträckning en specifik tjänst orsakar kostnaden. Exempel på delade kostnader i corenätet inkluderar optisk fiber, transmissionsutrustning och därmed sammanhängande overheadkostnader, alla använda av samtalstjänster, hyrda förbindelser och övriga tjänster.
Direkt hänförliga kostnader	Kostnader som uppstår som en direkt följd av att en särskild tjänst tillhandahålls i ett särskilt inkrement. Dessa kostnader kan vara av två olika typer. För det första varierar kostnaderna för insatsvaran med volymen på producerade tjänster, så att även om produktionen av mer än en tjänst kräver insatsvaran, kan en enda tjänst orsakar kostnaderna beräknas. För det andra finns det tillgångar och driftkostnader som är fasta med avseende på den volym som produceras, tjänstespecifika.
Direkt nätkostnad	Den kostnad för insatsvaror som krävs för att nätet ska fungera, för vilken volymen insatsvaror är direkt beroende av den producerade volymen, dvs. kostnadsdrivarna är utifrån verkande - inte drivna av andra kostnadskategorier. Ett exempel är kostnaden för portar, där kostnadsdrivaren är antalet samtalsminuter.
Driftskostnader	Kostnaden för att driva ett nät. Exempelvis inkluderas kostnader för underhåll av utrustning och kostnader för administrativa funktioner.
DSLAM/MSAN	Dessa har grupperats eftersom de vanligtvis refererar till samma utrustning i NGN. MSAN är i mångt och mycket en modern version av en DSLAM, utvecklad för nästa generations nätverk. MSAN är konstruerad för att hantera olika typer av trafik och gränssnitt, medan en DSLAM framför allt designades för att hantera bredbandstrafik med ADSL- eller SDSL-gränssnitt.
Enhetskostnader	Unit cost. Kostnaden som uppstår hos den hypotetiska operatören för att producera en enhet av en särskild tjänst.

Fasta kostnader	Kostnader som inte förändras med den producerade volymen. Fasta kostnader är dock inte permanent fasta utan ändras över tid.
Fasta samkostnader	Kostnaden för en insatsvara som produceras för två eller flera olika inkrement, som inte förändras med den producerade volymen av tjänster. Fasta samkostnader och gemensamma kostnader utgör samkostnader. Ett exempel på en fast samkostnad är kostnaden för installation av en koncentrator (Utrustning som kan koncentrera trafiken (minska antalet abonnentförbindelser från accessnätet till ett lägre antal transmissionslänkar mot den lokalstationen).
Fastighetsnät	Fastighetsnät knyts mot accessnät och är ett spridningsnät inom en byggnad eller fastighet.
Fiber	Del av fiberoptisk kabel. Optisk fiber är en tunn ledning av glas eller plast som överför information via ljus istället för via elektriska signaler som sker i en kopparledning. • Enkelfiber : En kontakterad eller okontakterad fiber i en optokabel. • Fiberpar : Två kontakterade eller okontakterade fibertrådar i en optokabel utgör ett fiberpar. • Svartfiber : Icke ljussatt fiberförbindelse.
FOS	Fiberoptisk spridningspunkt, se spridningspunkt.
Förbindelse	Sammanbinder två eller flera noder via en eller flera fiberlänkar. (Fiberlänk: fiber som skarvats och terminerats så att kommunikation är möjlig mellan dess ändpunkter.)
Gemensamma kostnader	Common cost. Kostnaden för en insatsvaror som producerar tjänster för två olika inkrement i fasta proportioner. Att minska volymen för en enda tjänst minskar inte de gemensamma kostnaderna. Overhead
GIS	Geografisk Informationssystem. Ett datorbaserat system för att samla in, lagra, analysera och presentera geogragfisk data på en digital grundkarta. GIS används ofta för att beskriva ett näts sträckning och information om nätets olika delars geografiska position., beteckningar m.m.
Historiska kostnader	Ett mått för värde som används i redovisningen i vilket anskaffningsutgiften för en tillgång i balansräkningen baseras på den ursprungliga nominella värdet när tillgången förvärvades av företaget.
Hybridmodellen	Hybridmodellen är en sammanvägning av en uppifrån-och-ned-modell (top-down modell, TD) och en nedifrån-och upp-modell (bottom-up modell, BU).
Indirekta kostnader	Kostnad som indirekt kan hänföras till ett visst objekt via det kostnadsställe i organisationen där det uppstått. Kostnader för insatsvaror som krävs för att nätet ska fungera, för vilka volymen insatsvaror är beroende av andra insatsvaror. De är bara indirekt beroende av den producerade volymen, det vill säga kostnadsdrivarna är utifrån verkande. Ett exempel är kostnaden för stativ.
Inkrement	Inkrementella kostnader är kostnaderna för att tillhandahålla antingen en ökning eller minskning av ett inkrement när andra

	inkrement är oförändrade. Inkrement kan definieras på flera olika sätt, och möjliga definitioner av begreppet är följande: marginella enheten av efterfrågan för en tjänst; totala efterfrågan för en tjänst; totala efterfrågan för en grupp av tjänster; totala efterfrågan för alla tjänster.
Inplacering	Placering av utrustning i annans lokal. Det kan t.ex. vara i en site, ett teknikutrymme eller i en mast.
IP	Internetprotokoll, All-IP,
Kanalisation	Anordning som bereder utrymme och skydd för ledningar. I begreppet kanalisation ingår samtliga komponenter som tillsammans utgör anordning för skydd ledning som kanalisationsrör, optorör, mikrorör, kabelrör, brunn, och söktråd.
Kostnadsbas	Cost base. Alla kostnader, fasta och rörliga, som behövs för att etablera ett hypotetisk nät.
Kostnadskategori	En gruppering kostnader med identiska kostnadsdrivare. (Detta betyder inte att alla kostnader med samma kostnadsdrivare bör inkluderas i en enda kostnadskategori).
Kostnadsdrivare	Den faktor som leder till att en kostnad uppstår. Antalet abonnenter är till exempel kostnadsdrivare för kostnaden för linjekort.
Korskoppling	Sammankoppling med en kopplingskabel mellan två fiberuttag i t.ex en ODF, eller kopplingsplint (Main Distribution Frame på engelska) om det rör sig om kopparkablar.
Marginalkostnad	Förändringen i totala kostnader som uppstår när den producerade kvantiteten förändras med en enhet, dvs. kostnaden för att producera ytterligare en enhet av en tjänst.
MEA	Modern Equivalent Asset, modern likvärdiga tillgången, vilket är en ansats för att beräkna återanskaffningsvärden för vad det skulle kosta att ersätta utrustning och infrastruktur i ett befintligt nät med ny utrustning och ett nytt modernt nät som ersätter en befintlig tillgång och så åtminstone har den prestanda som befintlig tillgång tillhandahåller.
Media Gateway	Detta är utrustning som hanterar gränssnittet mellan ett ip-baserat NGN och ett traditionellt TDM-baserat nätverk. Därför har utrustningen typiskt sett Ethernet-portar på ena sidan och E1- eller STM1-portar på andra sidan, och emellan dem en konverteringsfunktion.
Mikrorör	Kallas även mikrokanalisation och är en kanalisation som har en innerdiameter på ca 3 -12 mm. Mikrorör används i det modellerade accessnätet för den sista biten av accessnätet som går från fiberoptisk spridningspunkt (FOS) till användarnod, vilket möjliggör en flexiblare och därmed effektivare utbyggnad av nätet och tillåter operatören att blåsa fiber med hjälp av tryckluft genom mikrorör när nya kunder begär anslutning till en användarnod.
Multiplexor	Elektronisk kommunikationsutrustning som kombinerar eller multiplexerar flera signaler för transmission genom ett enda medium. En multiplexor kan avsluta och kombinera abonnentförbindelserna till en enda transmissionsförbindelse.

	Multiplexorn är normalt kombinerad med en demultiplexorer till en enda enhet som kan bearbeta både utgående och inkommande signaler.
Modifierad scorched node	Innebär att nätet utformas utifrån befintliga noder men med justeringar
Nod	Spridningspunkt där trafikflöden vidarekopplas, koncentreras och/eller fördelas. Exempel på noder: accessnoder, corenoder, Edgenoder, IP-core noder. ODF och aktiv kommunikationsutrustning är exempelvis placerade i en nod.
Nätelement	Summan av kostnadskategorier som unikt identifierar de LRIC-baserade produkterna för ändamålet med den här studien. För accessnätet motsvarar de kopparförbindelsen och fiberförbindelsen. För corenätet motsvarar de olika delarna av nätet och den utrustning som identifierar dem. I ett konventionellt nät skulle de motsvara koncentratorer, accessnodssiter och förmedlingsstationer och den transmissions- och infrastrukturutrustning som ansluter dem.
Näthierarki	Den inbördes ordning för olika routrar och switchar i corenätet. Ett paketförmedlat nät inkluderar vanligen tre olika nivåer, till exempel, core-nivån, edge-nivån och aggregeringsnivån.
Nätkomponent	En gruppering kostnadskategorier som redovisar kostnaderna för tillgångar på en mer detaljerad nivå än nätelement. Medan till exempel ett nätelement visar kostnaden för en lokalstation, visar en nätkomponent kostnaden för de portar som ingår i lokalstationen, såsom linjekort, chassin och processorkort. Kostnaden för en nätverkskomponent aggregerar ett antal olika kostnadskategorier (till exempel enhetskostnaden för utrustning, underhåll, installation, utrymme etc.).
NTP	Network Termination Point. Uttag där fibern slutar hos slutkunden, och där CPE (Customer Premise Equipment, kan även benämnas tjänstefördelare eller mediaomvandlare) ansluts till NTP.
ODF	Optical Distribution Frame, utrustning för terminering, anslutning och korskoppling av fibrer. ODF –enhet är en del av en ODF. Inkommande fiber till nod termineras med kontakt på insidan av ODF-enheten och fiberns kapacitet blir åtkomlig på framisdan av ODF-enheten.
Opex	Operational expenditures, driftkostnader för att t.ex. driva ett nät och omfattar drift, underhåll, nätplanering och installation. Driftkostnader kan både vara direkt och indirekta.
Optokabel	Enskild optokabel eller rakskarvad optokabel av samma typ.
Optorör	Rör speciellt tillverkade för förläggning av optokabel. Standarddiameter är från 12 mm till 50 mm.
Overheadkostnader	De kostnader som inte är nödvändiga för att nätet ska fungera, men som är nödvändiga för att organisationen som driver nätet ska fungera. Ett exempel är kostnaden för en personalavdelning.
Plöjning	En plog med svärd som med hjälp av en maskin drivs ner i marken. Maskinen drar svärdet, statiskt eller vibrerande, genom marken. Kanalisationsrör löper genom ett läggarrör bakom svärdet och förläggs direkt bakom plogen.

Port	Accesspunkt där signaler kan infogas eller extraheras. För portar skiljer man mellan accessportar och trunkportar. Accessportar vetter mot abonnenter medan trunkportar vetter mot andra noder.
Pure LRIC	En renodlad tillämpning av LRIC vilket används för att beräkna kostnadsresultat för fast terminering och innebär att endast trafikrelaterade kostnader tas i beaktande
Rack	Ram eller låda för rmontering av teknisk utrustning.
Router	Nätverksnod (knutpunkt) som möjliggör kommunikation mellan fysiska datornätverk
Routingfaktorer	Routingfaktorer är medelfrekvensen som en viss tjänst använder ett visst nätelement. Routingfaktorer som används för dimensionering av switchar, routrar, antal portar per linjekort, antal linjekort per steg;
Rörliga kostnader	Kostnader som varierar med den producerade volymen.
Samlokalisering	Co-location, samlokalisering och tillhörande installationer möjliggör placering och drift av aktiv utrustning i siter, som är ett fysiskt utrymme som innehåller en eller flera noder. Det är i allmänhet en förutsättning för att tillträdande operatörer ska kunna verkställa och driftsätta tjänster som bygger på någon form av grossisttillträde.
Samkostnader	Common cost. Kostnader som är gemensamma för flera objekt/produkter/inkrement. Kostnader som en hypotetisk operatör uppbär som helhet, som inet kan allokeras till någon särskild tjänst och som inte kan heller kan undvikas om tjänsten inte produceras. Overhead kostnader (exempelvis kostnader för lokaler, maskinkostnader samkostnader för telefon och porto.) kan vara samkostander eftersom de vanligtvis inte kan allokers till enskilda tjänster. Kostnader för anläggning av schakt är exempel på skillnaden mellan delade kostnader och samkostnader. Förläggningskostnader som är specifika för accessnätet (eller transportnätet) är i allmänhet delade kostnader eftersom ett schakt för det mesta används av två eller flera tjänster. Emellertid används en del av schakten av både access- och corenätet. I dessa fall är kostnaderna samkostnader.
Schaktning	En grävmaskin med som gräver en schakt, dike för att anlägga kanalisation.
Scorched earth	Innebär att nätet byggs helt från grunden i alla dess delar.
Session Border Controller	SBC, används i ett ip-nät för att säkerställa nätets integritet, särskilt där nätet ansluter till andra ip-baserade nätverk. Ibland är SBC en egen enhet, ibland avses en funktion som är inbyggd i andra enheter så som routers eller DSLAM/MSAN.
Site	Ett fysiskt utrymme som innehåller en eller flera noder. Till site räknas bl.a. skalskydd, elsystem, reservkraftsystem och klimatsystem samt gemensamma faciliteter.
Skarv	Fast sammankoppling av fibrer (tillskillnad från om t.ex. kontakter används). Vanligen svetsats en skarv. Även kallad fiberskarv eller optoskarv.

Skåp	Spridningspunkt placerad ovan mark utomhus eller i fastighet, från vilken kanalisationsrör och optokabel och optokablar startar eller avslutas eller binds samman med andra kanalisatinsrör och optokablar. Kan även betecknas kopplingsskåp eeller markskåp.
Slinga	I spridningspunkter kan optokabel läggs i en slinga (kabeln läggs i flera varv i en cirkel). Det är ett sätt för att möjliggöra rperation av kabeln samt inskavning av anna optokabel mellan två spridningspunkter.
Slutkund	Den som ska nyttja den färdiga produkten eller tjäsnten. Från nätägarens perspektiv kan det vara kundens kund.
Spridningspunkt	Punkt där kanalisation startar, avslutas eller avgrenas. Kan exempelvis vara brunn, skåp, skarvlåda eller nod. Gäller även för optokabel. Kan även benämnas kopplingsställe eller fördelning.
Switchar	Nätverksväxel, en nätverkskomponent som styr datatrafik mellan olika noder i ett nätverk.
Terminering	Innebär att en kabel avslutas och dess kapacitet görs åtkomlig för ansluting i en kontakt.
Trenching	Micro-trenching och narrow trenching, mikrodikning eller spårsågning. Marken sågas upp med en sågklinga.
Upptagningsområde	Avgränsat område med en site till vilken abonnenter i området är anslutna.
Voronoi-polygoner	En matematisk metod för att beräkna avstånd till punkter, som allokerar alla fastighets- och användarnoder till närmaste accessnod (enligt vägnätsavstånd) och därigenom ger en optimal accessnodtäckning för ett givet område och en given accessnod.
Återanskaffningsvärde	Current cost, representera vad det skulle kosta att förvärva tillgången idag.

Källa: Hybridmodellen