

Scenarioanalys av bredbandsutbyggnadens samhällsekonomiska värden i Kronobergs län

Tre scenarion: Bredband och digitalisering i Region Kronoberg 2025 och 2035

Författare: Jie Li
Håkan Cavenius

Stockholm, december 2022

RISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN

Box 857, 501 15 Borås

info@ri.se

RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Våra 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra teknologier, produkter och tjänster.

Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar det scenarioanalyserarbete som forskningsinstitutet RISE har utfört tillsammans med Region Kronoberg i syfte att ta fram ett förbättrat underlag och en ökad strategisk förståelse för vilka möjligheter och utmaningar som kan skönjas inom områdena bredbandsinfrastruktur och digitalisering. Underlaget skall också ses som en kunskapsbas för att förstå de insatser som krävs – offentliga eller privata – för att invånare och organisationer i regionen i hög grad skall kunna nyttja digitaliseringens möjligheter.

För att initialt få en aktuell bild av situationen på digitaliserings- och bredbandsområdena, såväl lokalt som nationellt och till viss del även internationellt, så har vi genomfört en omvärldsanalys på ett antal teman. Denna har givit oss historik samt en bild av situationen år 2022 och vad vi kan förvänta oss i närtid och får utgöra den utgångspunkt varifrån vi bygger våra olika scenarion med sikte på år 2035.

Vi har därefter valt att utforma scenariona utifrån tre nivåer av behov och satsningar på tillgången till bredband (fast och trådlös nätinfrastruktur) och digitala tjänster. I detta arbete har vi också genomfört ett antal olika typer av prognostiserande analyser för att få en ökad förståelse av vilken storleksordning exempelvis investeringskostnader för nätens utbyggnad och andra kvantifierbara samhällsekonomiska effekter kan komma att påverkas eller krävas.

Vi inkluderar inte ett antal andra möjliga aspekter och samhällsförändringar som kan påverka utformningen av ett scenario, utan lämnar dessa till det scenarioarbete som parallellt genomförs av SWECO på uppdrag av Region Kronoberg, och som adresserar betydligt fler aspekter och har bredare perspektiv, samt en längre tidshorisont. Däremot bidrar vår studie med vissa detaljinsikter och samhällsekonomiska effekter som SWECOs scenarioarbete har kunnat dra nytta av samt att vi i vår analys, då det varit av relevans, har kunnat referera till ett antal identifierade trender och drivkrafter för våra resonemang och beräkningar, exempelvis omfattningen och användandet av digitaliserade offentliga tjänster.

De tre scenarion vi har skapat är följande, i korthet:

- 1) **”Långsam evolution”**, där anslutningsgraden fortfarande är relativt låg i vissa områden och där nätutbyggnaden helt är avhängig till marknadsaktörernas ambitioner och avkastningsmöjligheter.
- 2) **”Fokuserad upphämtning”**, där marknadsaktörer och offentliga aktörer samverkar och investerar för att öka tillgängligheten och utbyggnaden av bredband samt anslutningsgraden i de områden och kommuner som idag har hamnat på efterkälken.
- 3) **”Allmän digitalisering”**, där i princip inga områden eller användare lämnas utanför en god, snabb och heltäckande digital anslutning och nyttjandet är stort av digitaliseringens möjligheter och tjänster.

Stockholm och Växjö,

21 december 2022

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
1 Bakgrund.....	4
2 Metodik.....	5
3 Utgångspunkt 2022 – Omvärldsanalys	7
4 Tre scenarier för utbyggnad av bredband och digitalisering i Region Kronoberg	10
4.1 Tidshorisonter för scenarios och prognosberäkningar	11
5 Scenario 1: ”Långsam evolution”	12
5.1.1 Beskrivning	12
5.1.2 Utveckling	12
5.1.3 Samhällspåverkan	15
6 Scenario 2: ”Fokuserad upphämtning”	17
6.1.1 Beskrivning	17
6.1.2 Utveckling	17
6.1.3 Samhällspåverkan	21
7 Scenario 3: ”Allmän digitalisering”	23
7.1.1 Beskrivning	23
7.1.2 Utveckling	23
7.1.3 Samhällspåverkan	26
8 Slutsatser, nästa steg och rekommendationer.....	29
9 Bilagor.....	31

1 Bakgrund

Digitaliseringen är en allt viktigare möjliggörare och förutsättning för ett välfungerande och hållbart samhälle, på såväl nationell som regional, kommunal och individuell nivå. För att digitaliseringens möjligheter och vinster ska kunna realiseras krävs också god tillgång till kommunikationsinfrastruktur, exempelvis bredband och mobilnät. Region Kronoberg har högt ställda mål och ambitioner att befinna sig i digitaliseringens framkant och har ett ökat behov av att förstå möjligheter och utmaningar för att en effektiv och demokratisk digitalisering ska komma till stånd, något man delar med stora delar av sin omvärld. Så här formulerar sig regionkollegan Värmland vad gäller detta:

”Digitalisering är en viktig grundpelare i ett modernt samhälle. Var vi än befinner oss och oavsett situation förväntar vi oss som invånare tillgång till det digitala samhället. Det medför att digitalisering och digital infrastruktur får en allt större betydelse i det regionala utvecklingsansvaret. Det är en förutsättning för att skapa en tillgänglig region, hållbar livskvalitet och attraktiva livsmiljöer. En individ, ett företag, en kommun eller en region som inte kan följa med tappar i utvecklingsförmåga.

Digitalisering är både en samhällsutmaning och en möjlighet för den modernisering och effektivisering som är nödvändigt för kommuner och regioner. Digitalisering kommer få ökad betydelse inom en mängd områden såsom framtidens kollektivtrafik och hållbart resande, kultur och bildning, välfärdsteknik, utbildning och kompetensförsörjning. Det handlar om att kunna nå individer var de än befinner sig, styra och övervaka funktioner/saker och att samla in data som stöd för ökad förståelse och förändring. Digitalisering och digital infrastruktur är också en nödvändighet för att följa hållbarhetsdimensionerna och flera mål i Agenda 2030.

Värmland har också en relativt stor skillnad mellan faktiskt anslutna (homes connected) och i absolut närhet (homes passed) vilket kan skapa problem när samhället digitaliseras. Ju högre anslutningsgrad, desto högre verkningsgrad av befintliga nät och större möjligheter att dra nytta av digitaliseringens möjligheter. Mobiltäckningen behöver förbättras i samtliga kommuner.”¹

Under vintern 2021–22 påbörjade det statliga forskningsinstitutet RISE och Region Kronoberg en dialog kring ett samarbete i studien om bredbandsbyggande och digitalisering i Kronobergs län för ”att ge nyanserad bild av länets förutsättningar och strukturer utifrån förändringar av utbyggnad av bredband. Uppdraget som blev utkomsten av denna dialog innebär att synliggöra samhällskonsekvenser av utbyggnad och ”icke utbyggnad” samt vilka mervärden av bredband, alternativt samhällsekonomiskt värde av bredbandsutbyggnad medför. Underlaget utgör en viktig grund för bättre vägledning om utbyggnaden av bredbandsinfrastruktur samt betydelsen av bredbandsinventeringar i Kronoberg. Att få en bättre och fördjupad förståelse i denna fråga kommer att vara av stort värde för framtida planering av kommunala och regionala investeringar och insatser.

¹ Handlingsplan för digital infrastruktur, Region Värmland, april 2022, <https://regionvarmland.se/download/18.48362e8a18117bed45530876/1655370493735/Handlingsplan%20för%20digital%20infrastruktur%20-%20remissutgåva.pdf>

RISE tog fram ett förslag på upplägg för en studie med fokus på scenarioanalys och kvantifiering av bredbandsutbyggnaden och de samhällsekonomiska effekterna (år 2025 och 2035, i linje med RUS tidshorisont) i Kronobergs län. Som inspiration och komplement till denna studie har man även använt de scenarier (med kvalitativa beskrivningar) som togs fram av RISE på uppdrag av Svenska Stadsnätetsföreningen år 2021, en rapport kallad "Ytterbyn 2030 - en scenarioanalys av framtidens uppkopplade samhälle och konsekvenser av utebliven fiberutbyggnad"².

RISE har nu tillsammans med Region Kronoberg genomfört denna studie för att ta fram ett antal **scenarios** med tillhörande kvantifiering/prognostisering av kostnaderna för bredbandsutbyggnad samt exemplifiering av hur de samhällsekonomiska effekterna kan påverkas av digitala offentliga tjänster i Kronobergs län. För detta analysarbete valdes två tidshorisonter, år 2025 och 2035, för att reflektera kortsiktiga effekter och utmaningar samt att blicka mer långsiktigt framåt synkroniserat med RUS-planeringens tidshorisont.

2 Metodik

Nedanstående fem behovsområden är direkt hämtade ur Kronobergs uppdragsbeskrivning som vi tagit del av. Region Kronoberg har ett behov av att djupare beskriva följande, med ett fokus på punkterna 4 och 5:

1. Omvärldsbevakning/benchmarking

Vad har gjorts inom området av andra regionala utvecklingsaktörer? På vilket sätt har dessa aktörer bidragit med bredbandsutbyggnad i länet och vilka resultat har de medfört samt vilka lärdomar och utmaningar som konstaterades. Framför allt önskas det att se över stödmodeller på regional nivå. Vi har uppdaterat kunskapsläget vad gäller exempelvis finansierings-, stöd- och affärsmodeller, regleringar och policies, icke-fiberbaserade accessteknologier, mobilaktörernas planer, stimulansåtgärder, efteranslutningar etc.

2. Tillbakablick.

Hur har bredbandsutbyggnaden sett ut under 2015 till 2020 i Region Kronoberg och hur förväntas den fortsätta till 2025? Region Kronoberg bistår med material. Utifrån nuvarande bredbandsutbyggnad, kommer regionen kunna uppnå de nationella bredbandsmålen?

3. Måldiskussion.

Vilka ställningstaganden är av betydelse och relevans för regional utveckling, sett till bredbandsmålen tillgänglighet/möjligheten att ansluta till bredband ("homes passed") och anslutningsgraden ("homes connected")? Faktisk tillgång (homes connected eller HC) betyder att ett hushåll eller ett arbetsställe finns i en byggnad som är ansluten till ett bredbandsnät. Absolut närhet (homes passed eller HP) betyder att ett hushåll eller ett arbetsställe kan anslutas till ett bredbandsnät inom rimlig tid och till en skälig anslutningsavgift.

4. Framtagande av scenarios

Först har ett analys- och beräkningsarbete genomförts i två steg: Kostnader för utbyggnad av bredband (olika tekniska lösningar, inkl. driftskostnader) samt exempel på samhällsekonomiska effekter av digitaliserade kommunala/regionala tjänster. Detta underlag har sedan använts för att ta fram de olika scenarion (kvalitativt beskrivna samt med vissa kvantifieringar av kostnader och samhällsekonomiska effekter) som har identifierats som lämpliga.

² <https://www.ssnf.org/globalassets/press--opinion/pressmeddelanden/2021/ytterbyn-2030.pdf>

Framställning av respektive scenario bör utgå med nedanstående frågor i fokus. Justeringar kan tillkomma i samråd med projektledare och konsult:

- *Hur ser Kronobergs bredbandsutbyggnad ut om man fortsätter på samma sätt som idag?*
- *Hur kan det se ut om man arbetar annorlunda med bredbandsutbyggnad?*
- *Vilka alternativ av tekniker/lösningar ser man? Mobil, radiolänk, satellit, fiber och hybridlösningar?*
- *Vilka förväntade utbyggnadseffekter får respektive scenario i regionen?*
- *Hur påverkar bredbandstillgången ortens och individens möjlighet att leva och bo i länet?*
- *Vad innebär respektive scenario för utvecklingen kopplat till näringsliv, tillgänglighet, jämställdhet m.m.?*

En teknoekonomisk studie har genomförts som underlag till scenarierna för bredbandsutbyggnad. Utvärderingen av den totala kostnaden som krävs för bredbandsutbyggnad för de tänkta scenarierna (med tidshorisonter för år 2025 och 2035), tillsammans med utvärderingarna av motsvarande prestanda (nedlänk/upplänkshastighet) och energiförbrukning (speciellt för hybridlösningar) för olika bredbandsaccessteknologier.

Därefter har några olika analyser av de samhällsekonomiska effekterna och mervärden av bredbandsutbyggnad och digitalisering av kommunala tjänster genomförts. Potentiella kostnadsbesparingar för digitala hemtjänster för äldre som bor självständigt i sina egna hem. Med hjälp av regressionsanalys har samband identifierats och kvantifierats med avseende på tillgängligheten av fiberbredband och dess påverkan på nyföretagande, befolkningsutveckling, inkomstutveckling för hushållen samt påverkan på skatteintäkter för varje kommun i Kronoberg.

Slutligen har en kvalitativ beskrivning av ett urval av andra identifierade effekter, värden och nyttor t ex med avseende på olika intressentgrupper och verksamheter (medborgare, offentlig verksamhet, näringsliv, civilsamhälle etc.) tillförts varje scenario.

5. Förslag på åtagande (rekommendationer) som regional utvecklingsaktör

Utifrån analys av omvärldsbevakningen, nuläge inom Kronoberg samt av de olika scenarierna ge rekommenderade åtgärder som kan implementeras inom det regionala utvecklingsansvaret.

Utifrån de observationer och insikter som gjorts har ett antal möjliga rekommendationer identifierats, riktade till Region Kronoberg och dess kommuner, se kapitel 8 nedan.

3 Utgångspunkt 2022 – Omvärldsanalys

För att få en god och uppdaterad bild av situationen idag (år 2022) och en utgångspunkt för våra tre scenarier nedan (med tidshorisonter 2025 och 2035) så har vi genomfört en omvärldsanalys inom relevanta områden som bör förstås och tas hänsyn till.

I december 2022 släppte PTS en ny och relativt omfattande rapport med titeln ”Bredband till allt – Åtgärder för ett helt uppkopplat Sverige”³, där man förutom en hel del omvärldsanalys trycker på att Sverige har behov av en ny bredbandsstrategi, bl a med nya mål och måldefinitioner – något som sammanfaller med vad vi här i detta arbete också identifierat och som återfinns i flera av de scenarion som vi tagit fram. Bland annat föreslår PTS att man tar fram ”Ett delmål för aktiva uppkopplingar till bredband som bör understryka vikten av att så många hushåll och organisationer som möjligt har ett bredbandsabonnemang och som utgår från att samhällsnyttan med infrastrukturen uppstår när den används.”

Våra observationer och detaljer i denna omvärldsanalys återfinns i Bilaga A ”Detaljer från omvärldsanalysen”, och nedan följer en kort summering av de olika teman och ämnesområden som vi inhämtat och bearbetat.

Vi har gjort följande huvudsakliga observationer i vår omvärldsanalys:

- **Nuläge: Tillgången till bredband i Region Kronoberg 2021:** Enligt Post- och Telestyrelsens (PTS) senaste kartläggning, från oktober 2021, saknade 5,1% procent av hushållen i Kronoberg tillgång till snabbt bredband (>100 Mbps) i sin bostad och på landsbygden var samma siffra 22,1% procent. Dessutom finns i vissa kommuner en stor skillnad mellan tillgången till bredband och den faktiska anslutningsgraden, ibland med så mycket som 21,7%. Vad gäller företagen så saknade 9,4% procent av dessa i Kronobergs tillgång till snabbt bredband och på landsbygden var samma siffra 20,1% procent.
- **Möjliga stöd för fortsatt bredbandsutbyggnad:** Utbyggnaden av bredband ska i första hand ske genom kommersiella marknadskrafter, vilket motsvarar områden där det finns ett tillräckligt stort ekonomiskt underlag för marknadsaktörer. De senaste åren har dock utbyggnadstakten minskat i alla typer av områden inklusive i tätort samtidigt som korrelationen mellan befolkningstäthet och utbyggnadstakt har försvagats. PTS senaste analys visar att vissa mindre tätorter inte kommer nås av kommersiell utbyggnad av bredbandsinfrastruktur inom de närmaste tre åren och därför ska kunna bli tillgängliga för bredbandsstöd. År 2020 inrättades ett nationellt stöd för att främja denna bredbandsutbyggnad och sammanlagt planeras 2,85 miljarder kronor att delas ut fram till 2025, varav 1,3 miljarder kronor under 2022, en del av dessa stödpengar kommer från EU-fonder.
- **Nya tänkbara affärsmodeller:** Vi har i denna omvärldsanalys sökt att identifiera nya, tänkbara modeller som t ex adresserar neutralitet (t ex öppna, konkurrensneutrala 5G-nät, grossistmodeller, ”neutral host providers” etc.), koncessionsmodeller, samhällsmaster, välfärdsbredband (samhällsportar) eller andra relevanta modeller. Är det någon eller några av dessa modeller som röner framgång i eller utanför Sverige och som kan inspirera Region Kronoberg (m fl) att pröva eller

³ PTS, 2022: <https://www.pts.se/sv/nyheter/internet/2022/sverige-behover-ny-bredbandsstrategi/>

utreda dessa närmare som en tänkbar lösning för att nå bättre tillgång till bredband, ökad anslutningsgrad och/eller ökat användande av digitala tjänster?

- **Trådlösa nät och mobiloperatörernas utbyggnadsplaner:**

Teknikutvecklingen inom olika trådlösa tekniker fortgår i stor omfattning globalt, med många olika aktörer och tekniska lösningar som utvecklas och testas. Vad gäller mobiloperatörernas planer för cellulära nät (2G-5G) så ägnar sig dessa framför allt åt uppgradering av befintliga siter i dagsläget, ej så många nya siter, vilket bara ger marginellt större täckning. Denna bild går delvis stick i stäv mot vad operatörerna själva kommunicerar externt, där allmänheten ofta får uppfattningen att täckning och bandbredd (hastighet) ständigt förbättras, t ex genom nya 5G-siter. Antalet helt nya siter är begränsat och förbättringen av täckning likaså, vilket innebär att man inte bör ha höga förväntningar att luckorna i bredbandstäckningen kan täppas till med hjälp av mobilnäten. Dessutom kommer dessa uppgraderings- och moderniseringsprogram att pågå ca 4-5 år till (alltså till 2026-27), med vissa förseningar t ex p g a sen tilldelning av 5G-licenser och säkerhetspolitiska hinder. Parallellt med denna modernisering av mestadels befintliga mobilsiter sker en nedmontering av 2G och 3G-nätverk, vilken är relativt komplex p g a den delade ägarstrukturen i 3G-nätbolagen bland mobiloperatörerna. Detta gör att det i slutändan att antalet mobilsiter (sändarplatser) t o m minskar för att kostnadseffektivisera ytterligare (med bibehållna intäktsnivåer). Denna konsolidering ger dessutom i flera fall ett visst kapacitetsöverskott för nätägarna.

- **Efteranslutningar och stimulansåtgärder för att öka anslutningsgraden:**

Enligt många kommuner är efteranslutningar den allra största utmaningen för vidare utbyggnad. Svårigheten ligger i att det är relativt kostsamt att ansluta enstaka kunder i efterhand framför allt i landsbygderna, otillräcklig efterfrågan från slutkunderna och att det i stort sett bara är den befintliga nätägaren som kan ta sig an utmaningen. Den förstärks ytterligare av att redan utbyggda områden haft svårare att konkurrera om PTS bredbandsstöd. Dialog med befintliga nätägare, stimulans av efterfrågan samt påverkan mot offentliga stödmodeller som bättre löser dessa problem är viktiga insatser. Vi får här ett antal olika exempel på vilka stimulansåtgärder som olika regioner har genomfört, med blandade resultat.

- **Driftsäkerhet, robusthet och redundans:** Samhällets digitalisering förutsätter tillförlitlig digital infrastruktur och kraven kommer att behöva skärpas successivt. Det handlar inte bara om driftsäkerhet och robusthet av fysisk infrastruktur utan även mjuk infrastruktur. Extra kostnader för ökad robusthet tillkommer i synnerhet vad gäller samhällskritiska tjänster. Det är också viktigt att säkerställa redundanta förbindelser på många platser. Tillförlitlig infrastruktur ökar i betydelse, vilket har drivits på av pandemin, den snabba ökningen av cyberkriminalitet och nu det oroliga världsläget. De nationella regleringarna ställer krav på nätägarna vad gäller driftsäkerhet och robusthet, bland annat PTS driftsäkerhetsföreskrifter. Reglerna varierar mellan olika aktörer och uppdateras kontinuerligt. En ökad förståelse för behovet och att diskutera detta med nätägare och myndigheter är viktiga insatser tillsammans med att följa vad som händer på nationell och EU-nivå. Dessutom kan regioner och kommunerna höja sina egna krav i samband med utbyggnad och upphandlingar.

För ytterligare detaljer och källor till ovanstående, se Bilaga A, ”Detaljer från omvärldsanalysen”.

4 Tre scenarier för utbyggnad av bredband och digitalisering i Region Kronoberg

Vi har under arbetets gång definierat tre tänkta scenarier för utbyggnaden av bredband och digitalisering i Region Kronoberg (som samtliga omfattar två olika tidshorisonter, år 2025 och 2035):

- **Scenario 1: "Långsam evolution"**. I detta scenario antas utvecklingen vara relativt långsam, med utgångspunkt i dagens situation, och ansvaret för utbyggnaden av bredband och dess investeringsbehov till största delen hanteras av marknadens aktörer, d v s inga extraordinära tillskott förväntas från t ex EU, staten, regionen eller kommunerna. För att förstå hur utbyggnadstakten av bredband kan se ut i detta scenario har vi här valt att extrapolera denna med hjälp av statistisk analys baserat på utbyggnadstakten under de senaste 5–10 åren med t.ex. data i PTS-bredbandskartläggning och andra tillgängliga data från Kronoberg. Omfattningen och nyttjandet av samhällsviktiga digitala tjänster, t ex inom vård, skola och omsorg är i detta scenario fortfarande på en begränsad nivå, där samhällets aktörer och medborgarna inte fullt ut har kunnat dra nytta av detta.

- **Scenario 2: "Fokuserad upphämtning"**. I detta scenario har insatserna för att såväl utöka bredbandstillgängligheten som anslutningsgraden varit fokuserade på de kommuner och områden som har släpat efter allra mest. Primärt fokuserar man i detta scenario på att få upp täcknings- och anslutningsgraden i kommuner och områden som idag släpar efter, vilket är fallet i några av Kronobergs kommuner. Detta görs primärt för att öka den digitala tillgängligheten och därmed möjliggöra ett mer spritt och ökat användande av framför allt samhällsviktiga (eller samhällskritiska) digitala tjänster inom t ex vård, omsorg och skola, så att nyttopotentialen för dessa kan realiseras för såväl medborgare, företag och organisationer som för de offentliga verksamheterna. Detta scenario gör att de digitala ojämlikheterna mellan olika kommuner och områden inom Region Kronoberg minskar avsevärt, dock kommer regionen som helhet fortfarande inte riktigt nå de nationella bredbandsmålen, även om man närmar sig.

- **Scenario 3: "Allmän digitalisering"**. I detta mer "ambitiösa" scenario är tanken att inte bara täckningen eller den absoluta närheten till bredband ("homes passed") uppnår regeringens bredbandsmål utan att även anslutningsgraden, eller den faktiska tillgången ("homes connected") har nått höga nivåer, i synnerhet i de områden som idag har en relativt låg anslutningsgrad. Här har man mer eller mindre lyckats suddat ut de ojämlikheter som tidigare fanns mellan olika kommuner och områden vad gäller tillgången till bredband, och man har dessutom fått merparten av hushållen och företagen att verkligen ansluta till bredband och använda en rad olika digitala tjänster. I detta scenario tänker vi oss ett betydligt större behov och nyttjande av digitala tjänster för olika intressegrupper och verksamheter, och även ur olika kommunala och regionala perspektiv nyttjas digitaliseringens möjligheter i allt större utsträckning.

De kvantifierade prognoser och beräkningar som är utmärkande och framträdande i de olika scenarierna är främst sammanfattade på regionnivå, men finns även uppdelade och detaljerade för var och en av de åtta kommunerna i Kronoberg.

I respektive scenario tar vi i beaktande en utbyggnad av bredband som använder olika teknologier, inklusive hybridlösningar av fasta och trådlösa lösningar. Här refererar vi till Regeringens bredbandsmål för år 2025 när det gäller olika mål på bandbredd/hastighet och bredbandsteknologier.

4.1 Tidshorisonter för scenarios och prognosberäkningar

Vi har använt oss av två tidshorisonter när vi har utvecklat våra scenarios och genomfört olika typer av prognosberäkningar, detta för att få en känsla av hur det påverkar i det korta respektive långa perspektivet:

- 1) Bredbandsutbyggnad till år 2025 (där vi kan jämföra med Regeringens bredbandsmål för år 2025).
- 2) Bredbandsutbyggnad till ca år 2035 (samma som RUS tidshorisont) – för att undvika att fastna i kortsiktiga mål och planer och för att lyfta blicken mot ett längre tidsperspektiv och de effekter och värden som då kan tänkas uppstå (se även input från den kvalitativa scenarioanalysen "Ytterbyn 2030").

5 Scenario 1: "Långsam evolution"

Scenariot i korthet:

- *Långsam utveckling av bredbandsutbyggnad och digitalisering, enbart där marknadens aktörer finner det lönsamt.*
- *Användandet av digitala tjänster för olika typer av kommunala och regionala verksamheter är fortfarande begränsat.*
- *Begränsade samhällsekonomiska vinster kan skönjas.*

5.1.1 Beskrivning

Detta scenario kan beskrivas som konservativt och försiktigt, där utvecklingen och utbyggnaden av bredband och digitala tjänster har bromsat in och sker enbart selektivt, bit för bit och med tydliga budgetbegränsningar vad gäller investeringar i såväl infrastruktur som digitala tjänster och nya arbetssätt. Ansvaret för den fortsatta utbyggnaden av bredband, utvecklingen och implementeringen av digitala tjänster sköts till största delen av marknadens aktörer, med viss offentlig finansiering tillgänglig. Inga extraordinära tillskott eller stödinsatser förväntas dock från t ex staten, regionen eller kommunerna.

Detta gör att de kommuner och områden med låg bredbandstäckning och/eller låg anslutningsgrad fortsatt kommer att vara eftersatta och därmed kommer man här inte kunna realisera den potential som digitaliseringen av vissa tjänster skulle kunna skapa, varken vad gäller effektiviseringsvinster, tillgång till service eller nya affärsmöjligheter för företag. I detta scenario kvarstår därmed utmaningen att vissa medborgare eller verksamheter mer eller mindre saknar de möjligheter som digitaliseringen medfört, och vissa befinner sig t o m fortfarande i ett digitalt utanförskap.

Huvudsakliga drivkrafter och trender som ligger bakom detta scenario skulle exempelvis kunna vara en svag makroekonomisk utveckling, minskat tryck på demokratisering, social rättvisa och jämlikhetstänkande.

5.1.2 Utveckling

Fram till år 2025 har utbyggnaden av bredband bromsats in något för att till 2035 helt avstanna, med undantag från införandet av nya teknologier för mobilt bredband (t ex 5G och så småningom även 6G) som dock tagit längre tid att realisera än vad som var förväntat. Utvecklingen av nya digitala tjänster inom offentlig och privat sektor har dock fortsatt och användandet har även det ökat, samt mognadsgraden hos användare och avsändare. Däremot står vissa hushåll mer eller mindre fortfarande utan tillgång till bra och snabb bredbandsuppkoppling och nyttjar ej heller vissa samhällsviktiga e-tjänster.

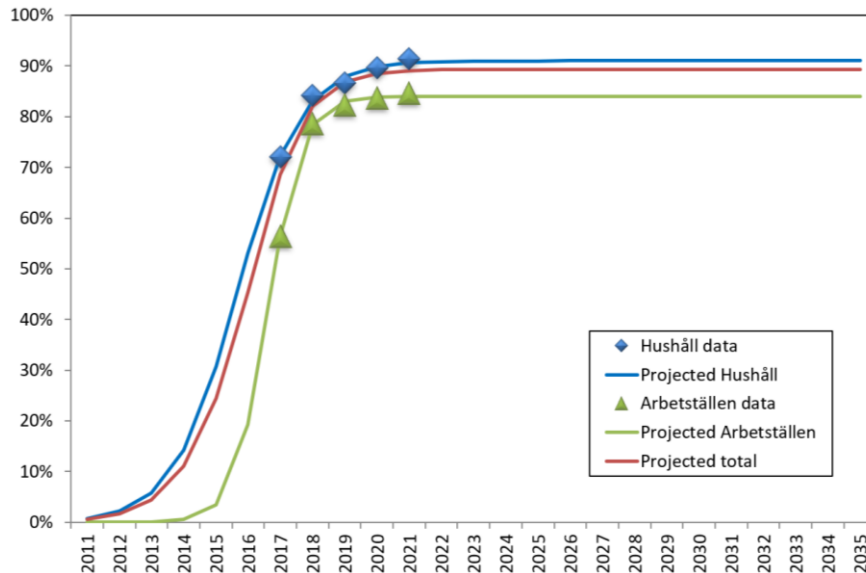
5.1.2.1 Bredband och uppkoppling

Vad gäller tillgången till bredband och hur väl den utnyttjas så utgår detta scenario från den historiska utvecklingen i regionen och dess kommuner. Utvecklingen och utbyggnaden av bredbandsinfrastruktur lämnas här helt åt marknadens aktörer och följer därmed en utveckling som inte stärker de eftersatta områdena nämnvärt.

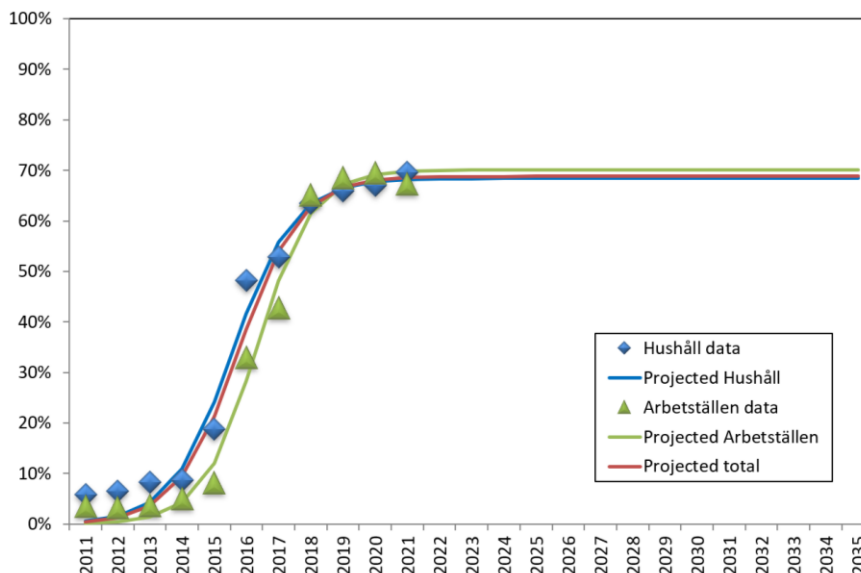
För att få en uppfattning om hur denna utveckling sker så har vi genomfört en extrapolering av det befintliga statistiska och historiska underlag för bredband (fast och mobilt) baserat på

utbyggnadstakten under de senaste 5–10 åren med t.ex. data i PTS-bredbandskartläggning och andra tillgängliga data från Kronoberg.

Utbyggnadstakten för bredbandsinfrastrukturen på denna nivå har i princip planat ut på en nivå kring 95% täckning ("homes passed"), och kan illustreras i nedanstående prognos för en av Kronobergs kommuner, Markaryd:



Figur 1 Historisk utveckling och prognostiserad evolution av tillgång till fiberbredband ("homes passed") i Markaryds kommun.



Figur 2 Historisk utveckling och prognostiserad evolution av anslutningsgrad till fiberbredband ("homes connected") i Markaryds kommun.

I ett flertal kommuner är skillnaden mellan tillgång till bredband och verklig anslutningsgrad påfallande tydlig, t ex i Markaryd och Älmhult, där skillnaden är så mycket som upp till ca 20%. Se tabellen nedan som illustrerar utgångspunkten om inga ytterligare extrainsatser görs för att öka utbyggnadstakten:

		100 Mbps passed			100 Mbps connected		
		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
2025	Kronoberg	96.1%	91.8%	95.1%	90.7%	87.4%	89.9%
	Alvesta	92.2%	81.8%	89.8%	86.8%	78.2%	84.8%
	Lessebo	99.1%	98.2%	98.8%	90.1%	86.7%	89.3%
	Ljungby	94.3%	89.1%	93.1%	91.9%	86.6%	90.7%
	Markaryd	91.1%	84.0%	89.5%	68.5%	70.2%	68.9%
	Tingsryd	90.6%	88.6%	90.1%	87.0%	81.3%	85.6%
	Uppvidinge	94.1%	95.7%	94.4%	75.7%	86.8%	78.3%
	Växjö	98.14%	97.85%	98.07%	94.4%	92.7%	94.0%
	Älmhult	96.9%	93.5%	96.1%	72.1%	75.1%	72.8%
2035		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
	Kronoberg	96.2%	91.9%	95.2%	95.7%	91.6%	94.8%
	Alvesta	92.3%	81.8%	89.8%	91.6%	81.7%	89.3%
	Lessebo	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%	98.4%	99.0%
	Ljungby	94.3%	89.1%	93.1%	94.3%	87.7%	92.8%
	Markaryd	91.1%	84.0%	89.5%	68.5%	70.2%	68.9%
	Tingsryd	90.6%	88.6%	90.2%	90.6%	82.9%	88.8%
	Uppvidinge	94.1%	96.5%	94.7%	75.8%	89.8%	79.1%
	Växjö	98.17%	98.39%	98.22%	97.7%	97.7%	97.7%
Älmhult	99.7%	94.6%	98.5%	72.2%	75.2%	72.9%	

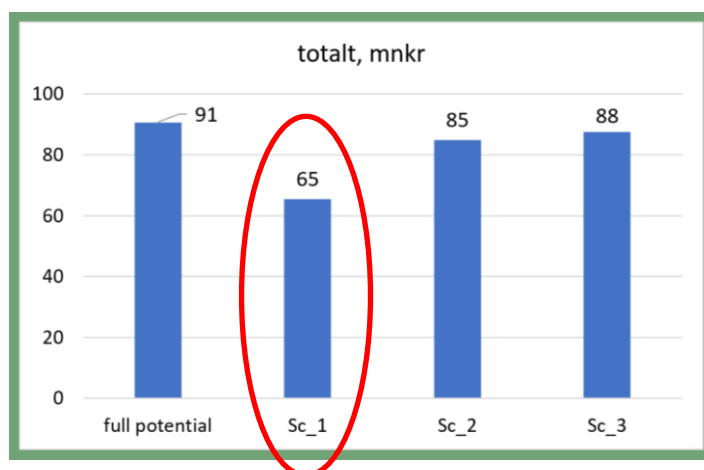
Figur 3 Prognoser (2025 och 2035) för tillgång ("homes passed") och anslutningsgrad ("homes connected") till bredband (100 Mbps) i Kronoberg.

I detta scenario är kostnadsvolymererna för den fortsatta utbyggnaden av bredbandsinfrastrukturen relativt modesta, och investeringarna tas i princip enbart av marknadens aktörer.

5.1.2.2 Digitala tjänster

I detta scenario är användandet och framtagandet av digitala tjänster för olika typer av kommunala och regionala verksamheter fortfarande relativt begränsat, och många initiativ har fastnat på pilotstadiet, utan större satsningar på breddinförande.

Tillsammans med en i vissa områden bristande tillgång till högkvalitativa och robusta bredbandsuppkopplingar så utnyttjas därmed inte alla de möjligheter som ges av digitaliseringen för såväl vissa medborgare som för företag och kommunala och regionala verksamheter (t ex inom olika välfärdstjänster, hemtjänst, vård, socialtjänst, skola, fastighetsskötsel, underhåll och övervakning m m). Potentialen uppnås därmed inte, vilket följande beräkning exemplifierar, baserat på effektiviseringsvinster med hjälp av digital hemtjänst, Älmhults kommun:



Figur 4 Uppskattning av potentiella effektiviseringsvinster vid införande av digitala hemtjänstlösningar i Älmhults kommun, ackumulerat t o m år 2035.

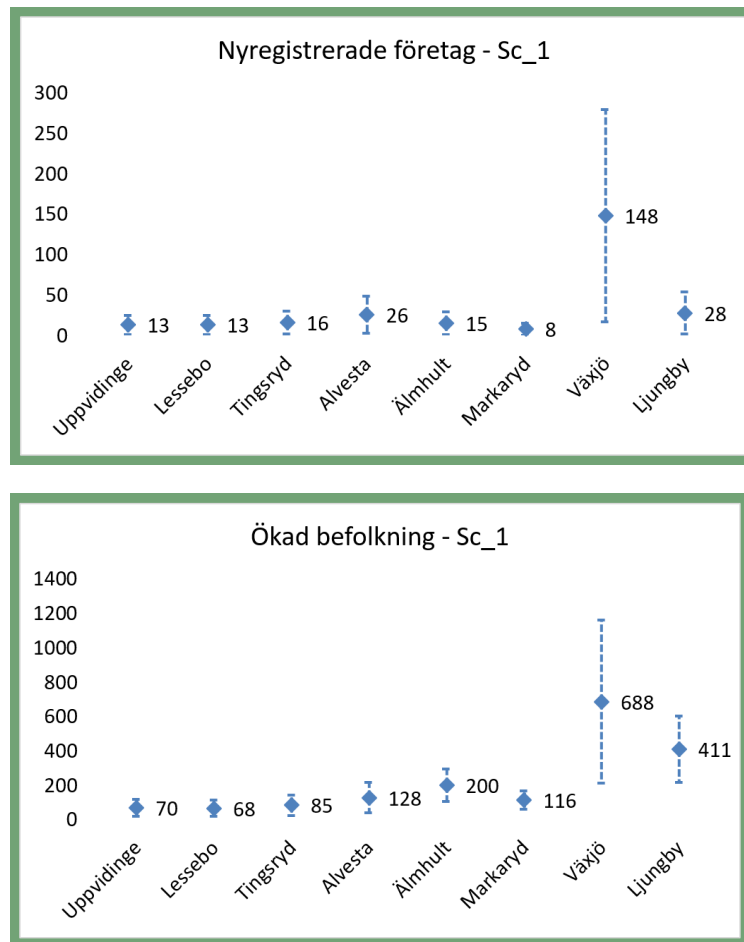
5.1.3 Samhällspåverkan

Vid en analys av samhällsekonomisk påverkan har vi med hjälp av regressionsanalys och tidigare statistik och modellering (se Bilaga C) kunnat bedöma ytterligare kvantifierade effekter för Kronoberg och dess kommuner, som ett resultat av ökad tillgång till bredband.

I detta scenario kan vi förvänta oss följande utvecklingspotential, som skall tolkas som långsiktiga, underliggande effekter av den uppnådda nivå av tillgång till bredband som vi här föreställer oss (d v s en inbromsning), nedan sammanfattat för hela Region Kronoberg, t o m år 2035:

- Antal nyetablerade/nyregistrerade företag: 269 st
- Befolkningsutveckling: + 1765 personer
- Årsmedelinkomstpåverkan (för lönearbetare över 16 år): + 1 212 kr
- Påverkan på skatteintäkter (ackumulerat från 2023 t o m 2035): + 588 mkr

Nedan visas hur antalet nyregistrerade företag och befolkningsökningen fördelar sig mellan de olika kommunerna i Kronoberg:



Figur 5 Resultat av regressionsanalys i Scenario 1 för antal nyregistrerade företag och befolkningsökning

6 Scenario 2: "Fokuserad upphämtning"

Scenariot i korthet:

- *Här har man kraftsamlat med finansiering och insatser för att förstärka de kommuner och områden som haft bristande bredbandstillgång, men också framgångsrikt genomfört stimulansåtgärder för att få hushåll och företag att ansluta sig.*
- *Nyttjandet av kommunala och regionala digitala tjänster har börjat ta fart, om än från en låg nivå.*
- *Vi kan också se vissa tydliga tecken på samhällsekonomiska vinster som en effekt av digitaliseringen.*

6.1.1 Beskrivning

I detta scenario har insatserna för att såväl utöka bredbandstillgängligheten som anslutningsgraden varit fokuserade på de kommuner och områden som har släpat efter allra mest. Primärt fokuserar man på att få upp täcknings- och anslutningsgraden i kommuner och områden som hittills har varit eftersatta.

Detta görs för att möjliggöra tillgången och användandet av primärt samhällsviktiga (eller samhällskritiska) digitala tjänster inom t ex vård, omsorg och skola, så att nyttopotentialen för dessa kan realiseras för såväl medborgare, företag och organisationer som för de offentliga verksamheterna. Det görs även för att kunna erbjuda medborgare och företag en god möjlighet att utnyttja digitaliseringens fördelar.

I detta scenario samverkar offentliga aktörer och marknadsaktörer för att skapa dessa möjligheter på bästa sätt och med gemensamma investeringar och insatser minska omfattningen av eftersatta geografiska områden och intressentgrupper så att dessa kan dra nytta av digitaliseringens möjligheter i högre utsträckning.

Med olika stimulansåtgärder så har man också fått en ökad efterfrågan bland hushåll och företag att vilja ansluta sig till bredband.

6.1.2 Utveckling

Här ser vi att tillgången till bredband har blivit mer utjämnad och demokratisk, och utbyggnaden har ej stannat av som i Scenario 1. Här har man med olika stödmedel samt med en ökad efterfrågan och en tillräcklig stark betalningsvilja hos slutkunderna lyckats täppa igen många av de luckor som fanns i bredbandstäckningen. Anslutningsgraden har också ökat rent generellt bland de hushåll och företag som tidigare haft möjligheten att ansluta sig men ej gjort detta. Exempelvis har man i kommuner som Markaryd (som har släpat efter) gjort en fokuserad satsning för att förbättra såväl tillgängligheten till bredband som den faktiska anslutningsgraden och nyttjandet av kommunala och regionala digitala tjänster har också ökat.

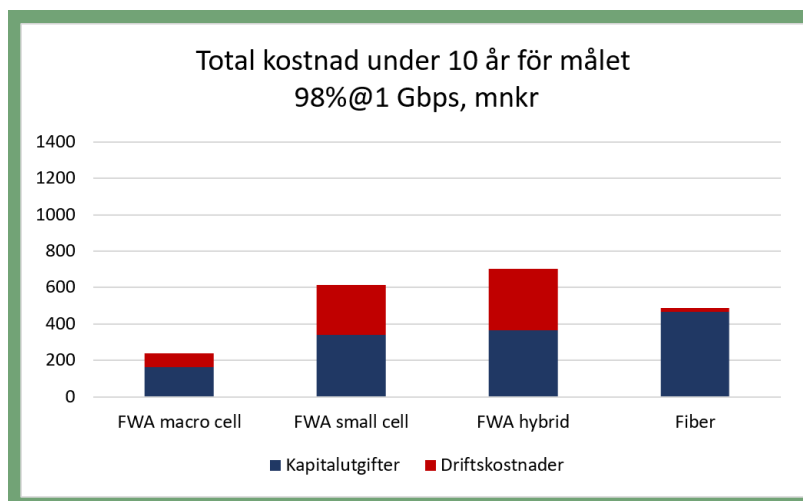
Mobiloperatörernas utbyggnad har varit fortsatt relativt långsam vad gäller täckning, och mer fokuserad på kapacitet och modernisering av befintliga siter. Som ett komplement så har man här börjat använda sig av några nya affärsmodeller för att få till en kostnadseffektiv

utbyggnad, bl a koncessionsmodellen och i vissa områden även etablerat samhällsmaster för att täcka några av de luckor man tidigare haft. Baserat på tidigare erfarenheter från olika regioner i Sverige, har olika stimulansåtgärder genomförts med relativt goda resultat för att öka anslutningsgraden.

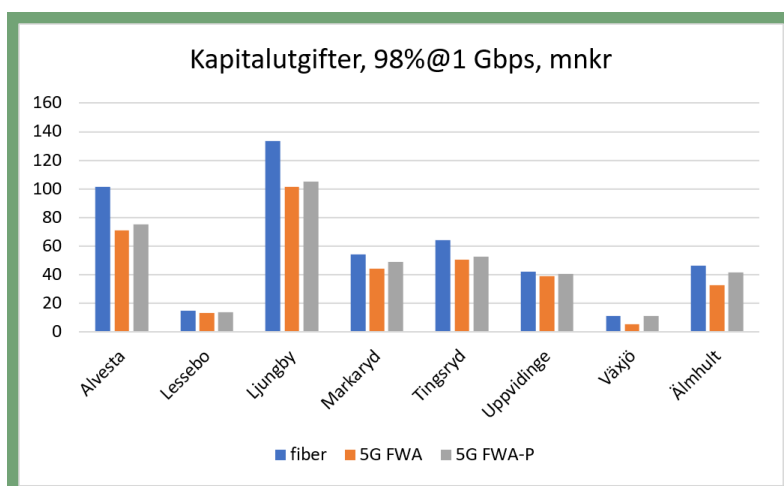
6.1.2.1 Bredband och uppkoppling

I detta scenario siktar man högre och ökar utbyggnadstakten i de kommuner och områden som halkat efter vad gäller tillgänglighet till bredband. De uppskattade investeringsvolymerna (Kapitalutgifter, CAPEX) som krävs för att uppnå ovanstående mål att eftersatta områden får chansen att komma ikapp (beroende på teknisk lösning) är relativt omfattande, likaså den rörliga driftskostnaden (OPEX) som är större för mobilnät än för fibernät och som också påverkas mer av förändrade elkostnader.

Man siktar också i detta scenario på att föröka nå de uppsatta bredbandsmålen, även om man inte kommer att hinna med det till år 2025 i flera av Kronobergs kommuner. Nedanstående två grafer visar på kostnaderna, i den första kan man utläsa att det kommer att krävas ytterligare ca 450 mkr (Kapitalutgifter) att anlägga fiberbredband för att nå detta mål, men med relativt låg driftskostnad. Väljer man en trådlös FWA-lösning för att uppnå samma mål så är investeringskostnaden (Kapitalutgifter) lägre än för fiber, men driftskostnaden högre.



Figur 6 Total kostnad för målet 98%@1 Gbps Kronobergs län

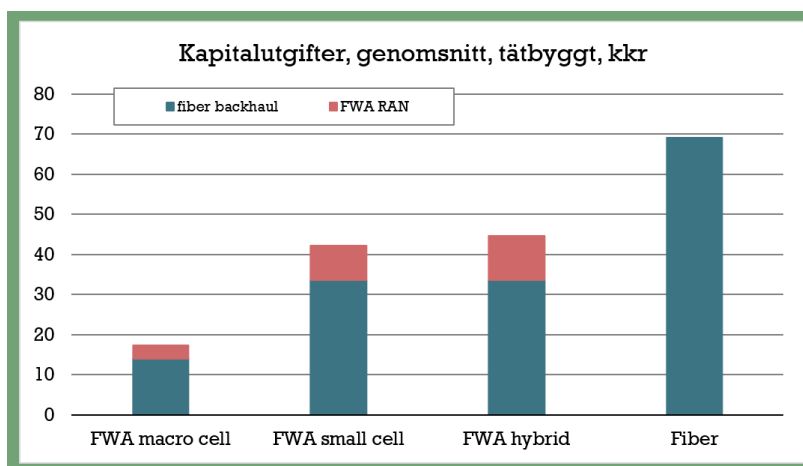


Figur 7 Total Kapitalutgifter, enskilda kommuner, 98%@1 Gbps mål

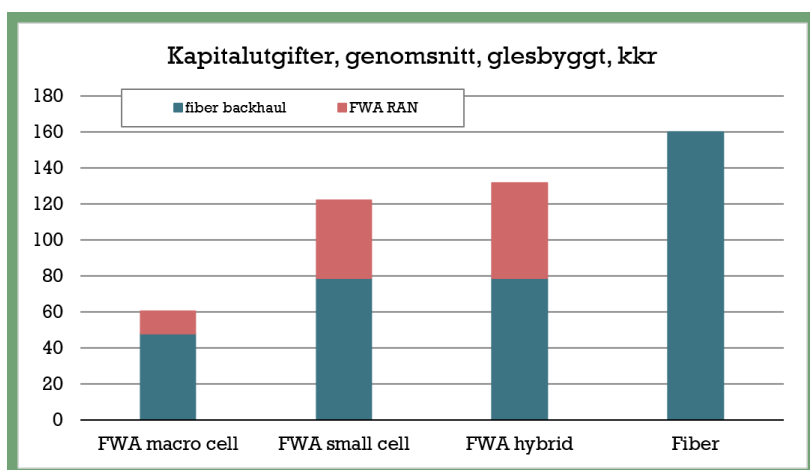
Om vi ser till vad kostnaden är för varje hushåll eller företag för att få tillgång till bredband så ser det ut så här:

- I tätbyggda områden så ligger kostnaden i snitt på ca 70 kkr per anslutning för fiberbredband, och på 20-45 kkr för trådlösa FWA-lösningar.
- I glesbyggda områden ligger kostnaden i snitt på ca 160 kkr per anslutning för fiberbredband, och på ca 60-130 kkr för trådlösa FWA-lösningar.

Detta kan utläsas i nedanstående två grafer:



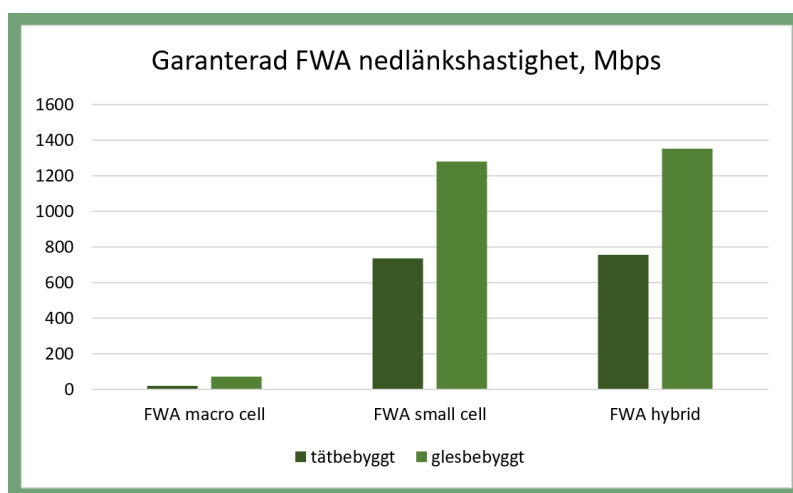
Figur 8 Snittkostnad för slutkund (hushåll/företag) i tätbyggt område, Kronobergs län



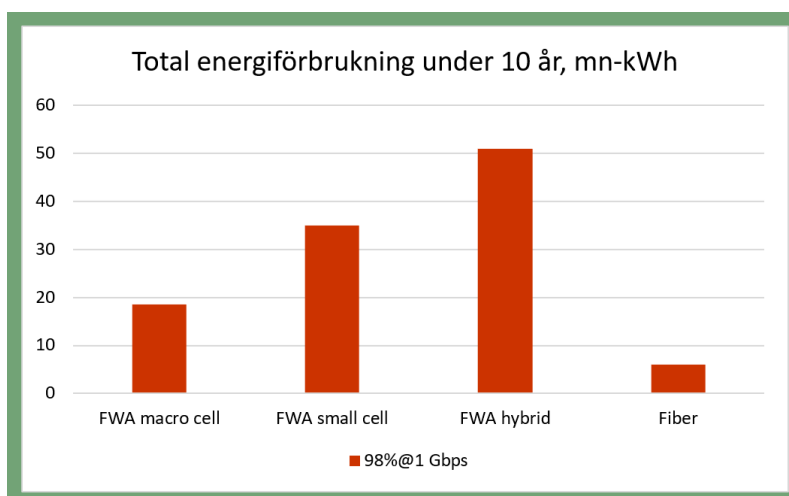
Figur 9 Snittkostnad för slutkund (hushåll/företag) i tätbyggt område, Kronobergs län

Likväl bör man ha i åtanke att jämfört med en fiberbaserad "standarduppkoppling" (symmetrisk, med i princip obegränsad bandbredd > 1 Gbps), är de förväntade genomsnittliga nedladdningshastigheterna för FWA-baserade lösningar begränsade, särskilt för FWA som endast använder makroceller som kan nå endast 19 Mbps och 71 Mbps i stads- respektive landsbygdsområden som ligger långt under 1 Gbps-målet, även om operatören i fråga skulle kunna erhålla mer spektrum och därmed högre bandbredd/hastighet.

Vidare så har FWA-lösningar betydligt högre energiförbrukning än den rena fiberbaserade lösningen. Detta är särskilt bekymmersamt när det gäller både klimatförändrings- utmaningarna och det dramatiskt ökade energi/elpriset under senare tid. Dessa aspekter visualiseras i nedanstående två grafer:



Figur 10 Garanterad FWA nedlänkshastighet



Figur 11 Energiförbrukning av tillkommande/nya bredbandsnät i Kronobergs län

6.1.2.2 Digitala tjänster

I detta scenario så har även intresset för och nyttjandet av samhällsviktiga digitala tjänster ökat, såväl från slutanvändare (hushåll och företag) som från olika kommunala och regionala verksamheter, t ex socialtjänst, hemtjänst, skola m fl.

Dock finns fortfarande en stor potential att nyttja digitala tjänster i än högre grad, och dessutom har man inom olika offentliga verksamheter inte ändrat eller förbättrat sina arbetsprocesser i den utsträckning som är möjligt, vilket inneburit att man ej heller kunnat uppnå de effektiviserings- eller kvalitetsvinster som är möjliga.

Ett exempel på hur det kan se ut i Älmhults kommun i detta scenario: en ökning av anslutningsgraden hos hushåll i kommunen med ca 24 % jämfört med Scenario 1 (vilket är en betydande förbättring), ger oss en möjlig effektiviseringsvinst av hemtjänsten med ca 20 mkr (ackumulerat t o m år 2035). Denna ökning av anslutningsgraden kräver dock en insats på 29,6 mkr för att det ska uppnås, men denna kan förhoppningsvis också ge positiva effektiviseringsvinster inom andra verksamhetsområden. Se Bilaga C för mer detaljer.

6.1.3 Samhällspåverkan

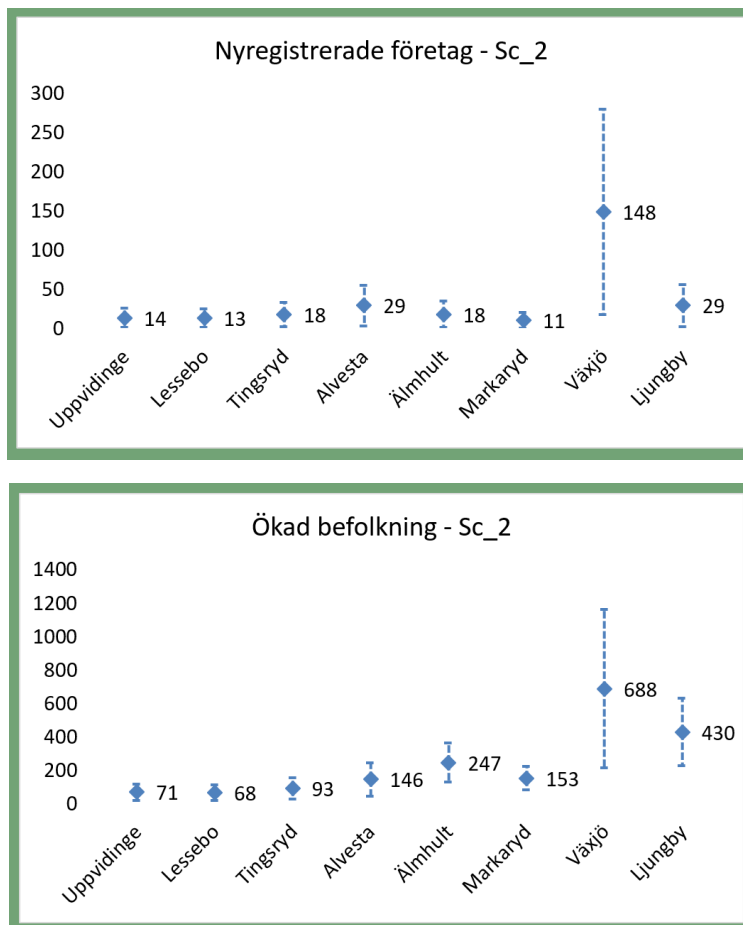
Vid en analys av samhällsekonomisk påverkan har vi med hjälp av regressionsanalys och tidigare statistik och modellering (se Bilaga C) kunnat bedöma ytterligare kvantifierade effekter för Kronoberg och dess kommuner, som ett resultat av ökad tillgång till bredband.

I detta scenario kan vi förvänta oss följande utvecklingspotential, som skall tolkas som långsiktiga, underliggande effekter av den uppnådda nivå av tillgång till bredband som vi här föreställer oss (d v s en förstärkt bredbandsattsning på de kommuner och områden som har varit eftersatta), nedan sammanfattat för hela Region Kronoberg, t o m år 2035:

- Antal nyetablerade/nyregistrerade företag: 281 st
- Befolkningsutveckling: + 1895 personer
- Årsmedelinkomstpåverkan (för lönearbetare över 16 år): + 1 309 kr

- Påverkan på skatteintäkter (ackumulerat från 2023 t o m 2035): + 603 mkr

Nedan visas hur antalet nyregistrerade företag och befolkningsökningen fördelar sig mellan de olika kommunerna i Kronoberg, och här kan vi se att en del av de mindre kommunerna som har varit eftersatta vad gäller tillgången till bredband har en större procentuell ökning:



Figur 10 Resultat av regressionsanalys i Scenario 2 för antal nyregistrerade företag och befolkningsökning

7 Scenario 3: "Allmän digitalisering"

Scenariot i korthet:

- *Här ser vi att man har nått en mycket hög grad av såväl bredbandstäckning som anslutningsgrad, både hos hushåll och företag.*
- *Allt fler verksamheter och privatpersoner använder sig av digitaliseringens möjligheter, både genom offentliga och privata tjänster.*
- *De samhällsekonomiska vinsterna som uppstår därigenom är betydande och en omfördelning av skattemedel blir möjlig i högre grad.*

7.1.1 Beskrivning

I detta det mest "ambitiösa" scenariot har inte bara tillgången och täckningen ("homes passed") uppnått regeringens bredbandsmål, även anslutningsgraden ("homes connected") har nått höga nivåer, i synnerhet i de områden som idag har en relativt låg anslutningsgrad. I detta scenario tänker vi oss ett betydligt större efterfrågan, behov och nyttjande av digitala tjänster för olika intressegrupper och verksamheter.

Här har man såväl tillfört offentliga som privata investeringar för att skapa en mycket god tillgänglighet till bredband men också satsat hårt för att få de grupper av användare som stått utanför digitaliseringen med på tåget.

Detta har gjort att i princip samtliga hushåll och företag på ett demokratiskt och jämlikt vis har en god och högkvalitativ bredbandsuppkoppling, och dessutom används olika samhällsviktiga digitala tjänster i ett stort antal sammanhang och verksamheter. Den digitala mognaden och nyttjandet av digitaliseringens möjligheter är hög bland såväl medborgare, hushåll, företag, organisationer och offentlig verksamhet, och detta bidrar till effektivare processer och ökad livskvalitet.

7.1.2 Utveckling

Här kan vi se att tillgången till bredband har nått mer eller mindre samtliga hushåll och företag, och allt fler använder sig av digitaliseringens möjligheter. För att lyckas med detta har man med olika stödmedel, stimulansåtgärder och satsningar samt med en ökad efterfrågan och en stark betalningsvilja hos slutkunderna lyckats få med alla i båten. Anslutningsgrad såväl som nyttjande av digitala tjänster är mycket omfattande, och de offentliga verksamheterna har genom ändrade arbetsätt och högre effektivisering åstadkommit en ökad kvalitet gentemot samhället och mottagarna/brukarna samt gentemot de anställda.

Vi ser även att mobiloperatörernas utbyggnad har tagit fart igen, inte bara vad gäller kapacitet och funktionalitet i och med de nya teknikuppraderingarna men även vad gäller en förbättrad täckning. Förutom en mer organisk tillväxt av de egna näten så har även öppna, konkurrensneutrala 5G/6G-nät börjat dyka upp.

Kraven på samverkan, interoperabilitet, standardisering, robusthet, redundans och resiliens, säkerhet, dataskydd och kostnadseffektiva molnlösningar har slagit igenom och implementerats på bred front. Dessutom har konceptet välfärdsbredband (samhällsportar)

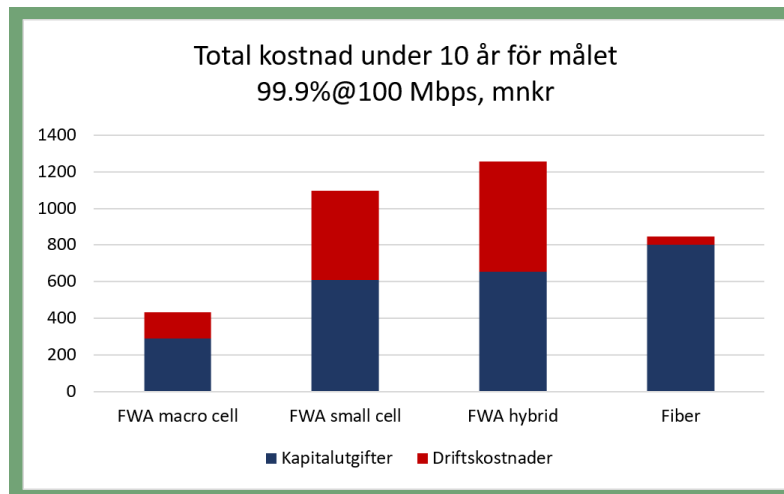
slagit igenom vad gäller digitala tjänster inom vård- och omsorg, vilket medverkat till en högre nyttjandegrad och ett minskat digitalt utanförskap, samtidigt som man kunnat se förbättringar av de offentliga verksamheterna och deras arbetssätt.

7.1.2.1 Bredband och uppkoppling

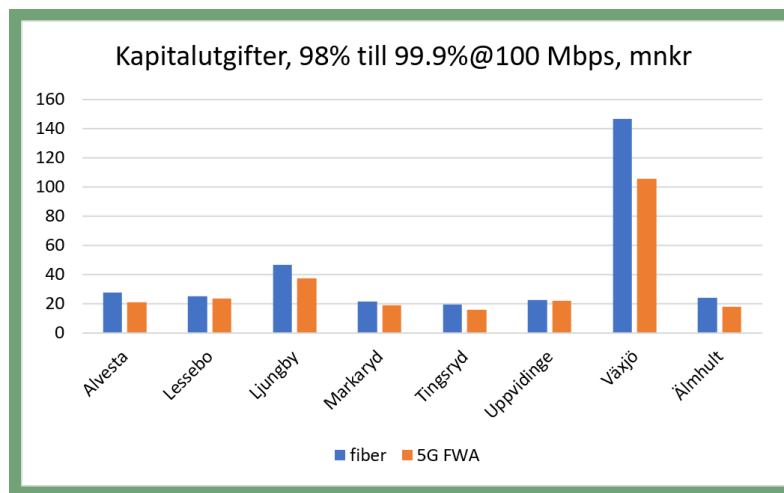
Man kommer i detta scenario att uppnå de uppsatta bredbandsmålen på de flesta platser i regionen, och utbyggnaden och anslutningsgraden fortsätter att öka även efter år 2025. I princip så har samtliga hushåll och företag tillgång till bredband, är anslutna och nyttjar detta dagligen.

Kostnadsvolymerna för att fortsätta utbyggnaden av bredbandsinfrastrukturen på denna nivå är höga, och kan illustreras i nedanstående prognos för hela Region Kronoberg.

Nedanstående två grafer visar på kostnaderna, i den första kan man utläsa att det kommer att krävas ytterligare ca 800 mkr (Kapitalutgifter) att anlägga fiberbredband för att nå detta mål, men fortfarande med relativt låg driftskostnad. Väljer man en trådlös FWA-lösning för att uppnå samma mål så är investeringskostnaden (Kapitalutgifter) lägre än för fiber, men driftskostnaden högre.

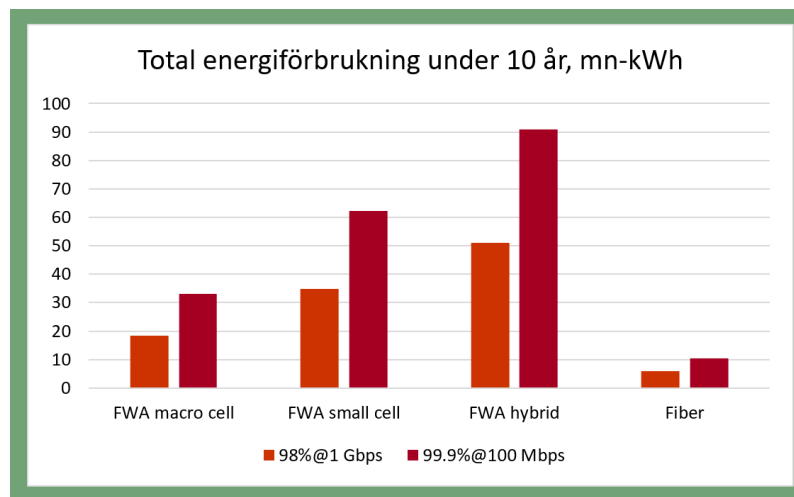


Figur 13 Totala kostnader för att nå 99,9% med bredband, Kronobergs län



Figur 14 Investeringsnivå (Kapitalutgifter) för enskilda kommuner, att öka från 98%@1 Gbps till 99,9%@100 Mbps

På samma sätt som för Scenario 2, förutom de begränsade nedladdningshastigheterna för FWA-baserade lösningarna, utgörs en betydande del av driftskostnaderna av elförsörjning, och nedanstående graf illustrerar prognosen för den totala energiförbrukningen (i miljoner kWh) för de olika tekniska lösningarna, för hela Kronoberg. Vi ser här tydligt den stora skillnaden mellan trådlösa teknislösningar och fiber, och med fortsatt stora variationer eller ökning av elpriserna så blir denna effekt påtaglig och kostnadspåverkan omfattande, i synnerhet i detta scenario.

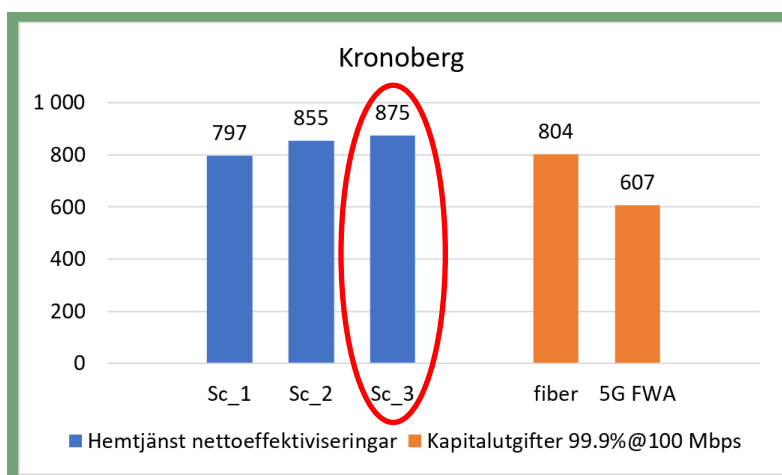


Figur 15 Energiförbrukning av tillkommande/nya bredbandsnät i Kronobergs län

7.1.2.2 Digitala tjänster

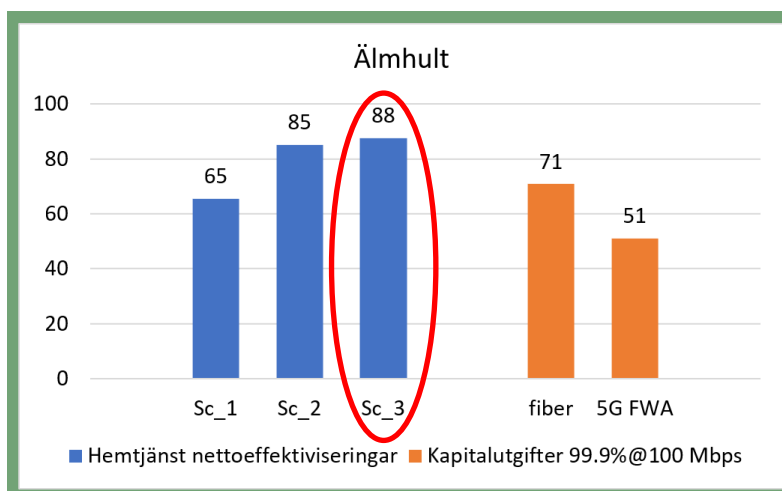
De verkliga nyttoeffekterna för samhället uppstår när digitala tjänster levereras över infrastrukturen. De positiva effekterna växer i takt med att fler nås av infrastrukturen och att färre är utan. För att möta invånarnas behov, locka nya invånare och skapa långsiktigt attraktiva livsmiljöer behövs en modern digital infrastruktur som når alla. Det är också ett avgörande verktyg för att möjliggöra effektivisering och innovation i näringslivet och bidrar till den modernisering som offentlig sektor genomgår med allt fler digitala service- och välfärdstjänster. Med ambitiösa mål och en konkret handlingsplan bidrar vi till bättre förutsättningar för en omställning till ett digitalt samhälle och för regional hållbar utveckling.

I detta scenario har detta realiserats mer eller mindre fullt ut och vi kan se att bara inom området hemtjänst så kan digitaliseringen ge effektiviseringsvinster på ca 875 mkr, att ställas mot den investering i bredbandsinfrastruktur som krävs för att nå till denna nivå, som hamnar i samma härad (804 mkr för fiberbroadband, 607 mkr för en trådlös FWA-lösning).



Figur 16 Ackumulerade nettovinster genom att digitalisera delar av hemtjänsten, jämfört med investeringskostnader för bredband till alla, t om år 2035

Om man gör samma jämförelse i exempelvis Älmhult, så ser man att den potentiella effektiviseringsvinsten överstiger den investering som krävs för att möjliggöra att alla får tillgång till bredband:



Figur 17 Ackumulerade nettovinster genom att digitalisera delar av hemtjänsten, jämfört med investeringskostnader för bredband till alla, t om år 2035, i Älmhults kommun

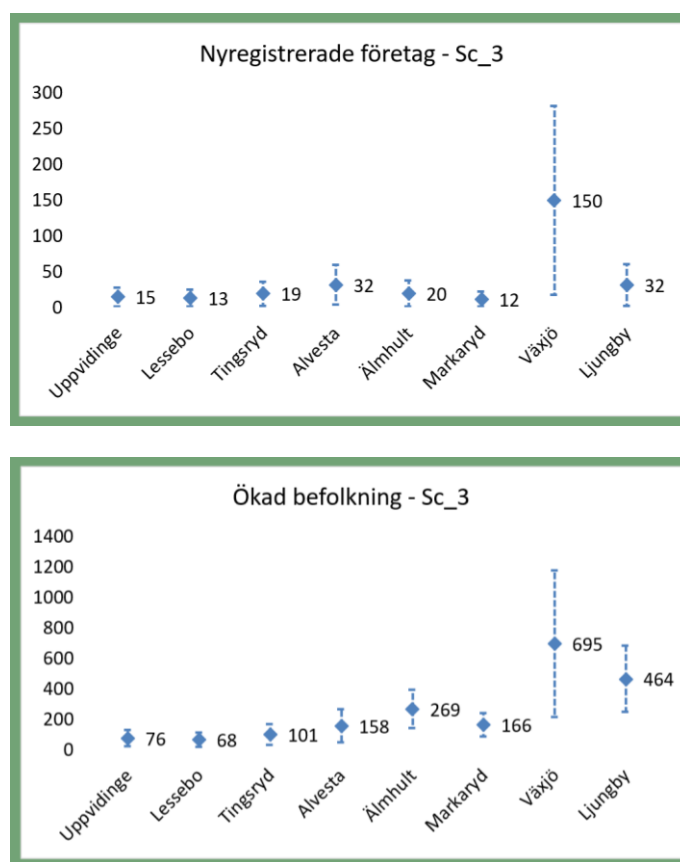
7.1.3 Samhällspåverkan

Vid en analys av samhällsekonomisk påverkan har vi med hjälp av regressionsanalys och tidigare statistik och modellering (se Bilaga C) kunnat bedöma ytterligare kvantifierade effekter för Kronoberg och dess kommuner, som ett resultat av ökad tillgång till bredband.

I detta scenario kan vi förvänta oss följande utvecklingspotential, som skall tolkas som långsiktiga, underliggande effekter av den uppnådda nivån av tillgång till bredband som vi här föreställer oss (d v s en rejäl satsning på att uppnå bredbandsmålen och även få till en ökad anslutningsgrad och nyttjande av digitala tjänster, för samtliga kommuner i Kronoberg), nedan sammanfattat för hela Region Kronoberg, t o m år 2035:

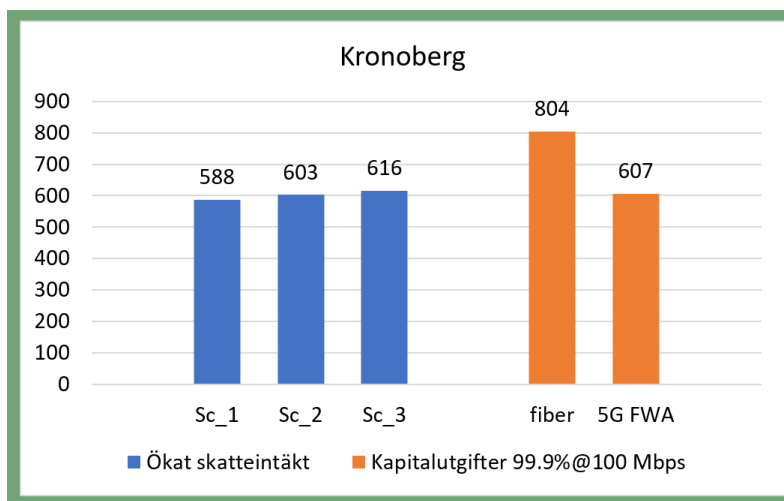
- Antal nyetablerade/nyregistrerade företag: 292 st
- Befolkningsutveckling: + 1997 personer
- Årsmedelinkomstpåverkan (för lönearbetare över 16 år): + 1 383 kr
- Påverkan på skatteintäkter (ackumulerat från 2023 t o m 2035): + 616 mkr

Nedan visas hur antalet nyregistrerade företag och befolkningsökningen fördelar sig mellan de olika kommunerna i Kronoberg, och här kan vi se att en del av de mindre kommunerna har fått en ännu större procentuell ökning som effekt av den ökade bredbandstillgången och nyttjandet:



Figur 18 Resultat av regressionsanalys i Scenario 3 för antal nyregistrerade företag och befolkningsökning

Slutligen kan man illustrera hur stor skattepåverkan blir om ovanstående effekter och tillskott till befolkning, företag och inkomster sker, och vi kan i nedanstående graf då se att de ökade skatteintäkter som då uppkommer (ackumulerat t o m år 2035 för hela Kronoberg) är av nästan samma magnitud som de investeringar som krävs för att bygga ut bredbandsnäten:



Figur 19 Ackumulerade ytterligare skatteintäkter, skapade genom en ökad tillgång till bredband och digitalisering, i jämförelse med de investeringsnivåer som krävs för att nå alla via bredband (fiber och trådlöst), t o m år 2035, för hela Kronoberg

8 Slutsatser, nästa steg och rekommendationer

Under detta arbete har vi identifierat ett antal olika möjligheter och utmaningar för att förbättra tillgången till bredband och öka nyttjandet av digitaliseringens möjligheter och potential. Betydelsen av digitalisering och tillgång till högkvalitativt bredband för möjligheten att bo, leva och verka i Kronoberg liksom för möjligheten att tillhandahålla en god samhällsservice i hela landet är fortsatt av mycket stor vikt.

Att jobba *scenariodrivet* skapar ett underlag för vidare diskussion, en mental beredskap för olika alternativ och uppslag för olika tänkbara angreppssätt i det fortsatta arbetet. Detta underlag riktar sig till primärt till olika nyckelaktörer inom Kronoberg som har ett ansvar att driva utvecklingen framåt vad gäller bredband, uppkoppling och digitalisering, exempelvis stadsnät, telekomoperatörer, landsbygdsutvecklare, digitaliseringsstrateger och verksamhetsutvecklare. Underlaget utgör också en grund för bidrag till det fortsatta RUS-arbetet.

Vi vill också göra läsaren uppmärksam på att regionens bredbandskoordinatorroll är planerad att upphöra efter år 2025 – hur ska regionen säkerställa att utvecklingen inom bredband och digitalisering understöds och fortgår i rätt riktning efter år 2025? Sveriges regioner ansvarar för övergripande samordning, samverkan och samarbete i bredbandsfrågor, att stödja och främja kommunernas arbete med bredbandsfrågorna samt till att sprida information om bredbandsutvecklingen till aktörer, genom regionens bredbandskoordinator. Uppdraget sträcker sig för närvarande fram till 2025 och i dagsläget vet man inte huruvida en förlängning kommer att ske. Utan en regional funktion som fortsatt fokuserar på dessa frågor (likt dagens roll som bredbandskoordinator) finns en risk att länets utveckling av digital infrastruktur och digitalisering hämmas.

För Region Kronobergs fortsatta arbete har vi under detta projektarbete identifierat ett antal idéer och uppslag på vidare arbete och aktiviteter. Dessa är en blandning av aktiviteter som kan utföras på såväl kort som lång sikt (beroende på prioritet och resurstillgång):

- a) Koppla diskussionerna till det *övergripande scenarioarbete* som genomförts för regionen, för visionen och omställningen ett "Gröna Kronoberg".
 - Involvera politiker och verksamhetsansvariga för olika delar av regionen i denna diskussion, skapa tydlig kommunikation till dessa om exempelvis vad som krävs för att nå till de olika scenarierna (exempelvis i workshopformat).
 - Skapa en dialog med regionens nyckelaktörer (se ovan) kring de tre scenarierna, för att diskutera olika hinder, utmaningar och möjliga lösningar, samt prioritera fortsatt arbete och insatser.
 - Fortsätt att följa upp utvecklingen jämfört med de redan satta *bredbandsmålen*, med avseende på varje kommun i regionen, och hur resultaten utvecklas i jämförelse med de tre scenarierna. Tydliggör löpande vad som saknas för att nå målen och de tre scenarierna, där scenario tre kan anses representera en mycket hög ambitionsnivå.
- b) Utred möjligheterna till olika finansiella stödinsatser och introduktion av lämpliga *nya modeller* (koncession, samhällsmaster etc) för de geografiska områden som halkat efter. Ta exempelvis inspiration från de insikter som omvärldsanalysen i detta projekt fångat upp samt den studie som Bredbandsforum nyligen genomfört kring samhällsmaster. Detta ämne kommer eventuellt att utredas vidare inom ramen för RSS-arbetet, men är ej ännu bestämt.

- c) Fortsatt spela en aktiv roll som *fokalpunkt* (som bredbands- och/eller digitaliseringskoordinator) i samverkan inom regionen och dess kommuner, men även med andra regioner och nationella aktörer (t ex för att skapa en bättre förståelse för behov och krav eller för att skapa en bättre dialog med mobiloperatörerna).
- Undersöka/motivera möjligheten att sätta nya typer av mål gällande anslutningsgrad ("homes connected") för varje kommun i regionen, för att påvisa den verkliga anslutningen och bidrag till digitalisering, särskilt för de kommuner med stor klyfta mellan "homes connected" och "homes passed". Kan och ska regionen definiera dessa mål i samråd med varje kommun?
 - I samverkan med regionens och kommunernas nyckelaktörer identifiera specifika, konkreta förbättringsidéer och stimulansåtgärder samt ta fram beslutsunderlag och detaljerade handlingsplaner. Om nödvändigt, genomför fördjupade analyser.
 - Skapa en fördjupad förståelse kring slutkundernas betalningsvilja- och förmåga, särskilt för de kommuner med stor klyfta mellan "homes connected" och "homes passed". Följ upp den studie kring detta som är planerad att genomföras av Bredbandsforum (i dagsläget ej färdigställd).
 - Identifiera ytterligare förslag på viktiga/relevanta frågeställningar inom digital infrastruktur och tjänster som bör inkluderas i RUS-arbetet.
 - Fortsätt att se regionen som huvudman för *dialogen med mobiloperatörerna* vilket gynnar både kommuner och operatörer. Regionen kan sedan stötta och vägleda kommunerna i arbetet.
 - Fortsatt löpande omvärldsbevakning på ett antal relevanta temaområden och spridning av denna kunskap till nyckelaktörer i Kronoberg.
 - Genomför bredare kommunikationsinsatser för att sprida information till kommuner, invånare, näringsliv (ta inspiration från hur andra regioner, kommuner och aktörer genomfört olika kommunikationsinsatser). Säkerställ att nätägare proaktivt kommunicerar med kommunala och regionala samordningsfunktioner om planerade eftermarknadskampanjer, särskilt för de kommuner med stor klyfta mellan "homes connected" och "homes passed". Dessa typer av aktiviteter kan också ses som ett sätt att föröka främja den digitala kunskapen och mognaden hos både privatpersoner och organisationer, något som ofta tar lång tid och kräver upprepade insatser.
 - Informera om och främja möjligheterna till olika typer av stöd, t ex finansiella, olika stimulansåtgärder, information m.m. ([Exempelvis genom att använda By2030 som plattform?](#))
- d) Utred möjligheten att sätta nya eller omdefiniera mål för *breddinförande av offentliga (kommunala och/eller regionala) digitala tjänster*. Detta arbete bör involvera olika ansvariga förvaltningar, verksamheter och organisationer på regional och kommunal nivå, som är avsändare och ser god potential i införandet av digitala tjänster och lösningar.

9 Bilagor

Bilaga A: Detaljer från omvärldsanalysen

Bilaga B: Teknoekonomisk analys av kostnader för utbyggnad

Bilaga C: Analys av de samhällsekonomiska effekterna och mervärden av anslutningsgrad/bredbandspenetration och användning av digitala tjänster

Bilaga A: Detaljer från omvärldsanalysen

Tre scenarion: Bredband och digitalisering i Region Kronoberg 2025 och 2035

Författare: Jie Li
Håkan Cavenius

Stockholm, oktober 2022

RISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN

Box 857, 501 15 Borås

info@ri.se

RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Våra 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra teknologier, produkter och tjänster.

10 Utgångspunkt 2022 – Omvärldsanalys

För att få en god och uppdaterad bild av situationen idag (år 2022) och en utgångspunkt för våra tre scenarier nedan (med tidshorisonter 2025 och 2035) så har vi genomfört en omvärldsanalys inom relevanta områden som bör förstås och tas hänsyn till.

Våra observationer och detaljer i denna omvärldsanalys återfinns i Bilaga A ”Detaljer från omvärldsanalysen”, och nedan följer en kort summering av de olika teman och ämnesområden som vi inhämtat och bearbetat.

Vi har gjort följande huvudsakliga observationer i vår omvärldsanalys:

- **Nuläge: Tillgången till bredband i Region Kronoberg 2021:** Enligt Post- och Telestyrelsens (PTS) senaste kartläggning, från oktober 2021, saknade 5,1% procent av hushållen i Kronoberg tillgång till snabbt bredband (>100 Mbps) i sin bostad och på landsbygden var samma siffra 22,1% procent. Dessutom finns i vissa kommuner en stor skillnad mellan tillgången till bredband och den faktiska anslutningsgraden, ibland med så mycket som 21,7%. Vad gäller företagen så saknade 9,4% procent av dessa i Kronobergs tillgång till snabbt bredband och på landsbygden var samma siffra 20,1% procent.
- **Möjliga stöd för fortsatt bredbandsutbyggnad:** Utbyggnaden av bredband ska i första hand ske genom kommersiella marknadskrafter, vilket motsvarar områden där det finns ett tillräckligt stort ekonomiskt underlag för marknadsaktörer. De senaste åren har dock utbyggnadstakten minskat i alla typer av områden inklusive i tätort samtidigt som korrelationen mellan befolkningstäthet och utbyggnadstakt har försvagats. PTS senaste analys visar att vissa mindre tätorter inte kommer nås av kommersiell utbyggnad av bredbandsinfrastruktur inom de närmaste tre åren och därför ska kunna bli tillgängliga för bredbandsstöd. År 2020 inrättades ett nationellt stöd för att främja denna bredbandsutbyggnad och sammanlagt planeras 2,85 miljarder kronor att delas ut fram till 2025, varav 1,3 miljarder kronor under 2022, en del av dessa stödpengar kommer från EU-fonder.
- **Nya tänkbara affärsmodeller:** Vi har i denna omvärldsanalys sökt att identifiera nya, tänkbara modeller som t ex adresserar neutralitet (t ex öppna, konkurrensneutrala 5G-nät, grossistmodeller, ”neutral host providers” etc.), koncessionsmodeller, samhällsmaster, välfärdsbredband (samhällsportar) eller andra relevanta modeller. Är det någon eller några av dessa modeller som röner framgång i eller utanför Sverige och som kan inspirera Region Kronoberg (m fl) att pröva eller utreda dessa närmare som en tänkbar lösning för att nå bättre tillgång till bredband, ökad anslutningsgrad och/eller ökat användande av digitala tjänster?
- **Trådlösa nät och mobiloperatörernas utbyggnadsplaner:** Teknikutvecklingen inom olika trådlösa tekniker fortgår i stor omfattning globalt, med många olika aktörer och tekniska lösningar som utvecklas och testas. Vad gäller mobiloperatörernas planer för cellulära nät (2G-5G) så ägnar sig dessa framför allt åt uppgradering av befintliga siter i dagsläget, ej så många nya siter, vilket bara ger marginellt större täckning. Denna bild går delvis stick i stäv mot vad operatörerna själva kommunicerar externt, där allmänheten ofta får uppfattningen att täckning och bandbredd (hastighet) ständigt förbättras, t ex genom nya 5G-siter. Antalet helt nya siter är begränsat och förbättringen av täckning likaså, vilket innebär att man inte bör

ha höga förväntningar att luckorna i bredbandstäckningen kan täppas till med hjälp av mobilnäten. Dessutom kommer dessa uppgraderings- och moderniseringsprogram att pågå ca 4-5 år till (alltså till 2026-27), med vissa förseningar t ex p g a sen tilldelning av 5G-licenser och säkerhetspolitiska hinder. Parallellt med denna modernisering av mestadels befintliga mobilnät sker en nedmontering av 2G och 3G-nätverk, vilken är relativt komplex p g a den delade ägarstrukturen i 3G-nätbolagen bland mobiloperatörerna. Detta gör att det i slutändan antalet mobilnät (sändarplatser) t o m minskar för att kostnadseffektivisera ytterligare (med bibehållna intäktsnivåer). Denna konsolidering ger dessutom i flera fall ett visst kapacitetsöverskott för nätägarna.

- **Efteranslutningar och stimulansåtgärder för att öka anslutningsgraden:** Enligt många kommuner är efteranslutningar den allra största utmaningen för vidare utbyggnad. Svårigheten ligger i att det är relativt kostsamt att ansluta enstaka kunder i efterhand framför allt i landsbygderna, otillräcklig efterfrågan från slutkunderna och att det i stort sett bara är den befintliga nätägaren som kan ta sig an utmaningen. Den förstärks ytterligare av att redan utbyggda områden haft svårare att konkurrera om PTS bredbandsstöd. Dialog med befintliga nätägare, stimulans av efterfrågan samt påverkan mot offentliga stödmodeller som bättre löser dessa problem är viktiga insatser. Vi får här ett antal olika exempel på vilka stimulansåtgärder som olika regioner har genomfört, med blandade resultat.
- **Driftsäkerhet, robusthet och redundans:** Samhällets digitalisering förutsätter tillförlitlig digital infrastruktur och kraven kommer att behöva skärpas successivt. Det handlar inte bara om driftsäkerhet och robusthet av fysisk infrastruktur utan även mjuk infrastruktur. Extra kostnader för ökad robusthet tillkommer i synnerhet vad gäller samhällskritiska tjänster. Det är också viktigt att säkerställa redundanta förbindelser på många platser. Tillförlitlig infrastruktur ökar i betydelse, vilket har drivits på av pandemin, den snabba ökningen av cyberkriminalitet och nu det oroliga världsläget. De nationella reglerna ställer krav på nätägarna vad gäller driftsäkerhet och robusthet, bland annat PTS driftsäkerhetsföreskrifter. Reglerna varierar mellan olika aktörer och uppdateras kontinuerligt. En ökad förståelse för behovet och att diskutera detta med nätägare och myndigheter är viktiga insatser tillsammans med att följa vad som händer på nationell och EU-nivå. Dessutom kan regioner och kommunerna höja sina egna krav i samband med utbyggnad och upphandlingar.

För ytterligare detaljer och källor till ovanstående, se Bilaga A.

10.1 Nuläge: Tillgången till bredband i Region Kronoberg 2021

Enligt Post- och Telestyrelsens (PTS) senaste kartläggning, från oktober 2021, saknade 5,1% procent av hushållen i Kronobergs län tillgång till snabbt bredband (>100 Mbps) i sin bostad och på landsbygden var samma siffra 22,1% procent. Det motsvarar sammantaget drygt 4776 hushåll. Det finns också skillnader mellan de olika kommunerna, där det skiljer över 7,2% mellan den kommun som har den bästa respektive sämsta tillgången till snabbt bredband. Dessutom finns i vissa kommuner en stor skillnad mellan tillgången till bredband och den faktiska anslutningsgraden, ibland med så mycket som 21,7%.

Vad gäller företagen så saknade 9,4% procent av dessa i Kronobergs län tillgång till snabbt bredband och på landsbygden var samma siffra 20,1% procent. Det motsvarar sammantaget drygt 1055 företag. Det är också skillnad mellan kommunerna, där det skiljer över 14,9% mellan den kommun som har den bästa respektive sämsta tillgången till snabbt bredband. Dessutom finns i vissa kommuner en stor skillnad mellan tillgången till bredband och den faktiska anslutningsgraden, ibland med så mycket som 17,0%.

10.2 Möjliga stöd för fortsatt bredbandsutbyggnad

Här följer en kort översikt av de stödprogram för finansiering av bredbandsutbyggnad som vi har identifierat och som är aktuella 2022 och framåt. En kort uppdatering och genomlysning av aktuella och nya (potentiella) finansierings- och stödmodeller inom EU och nationellt för Sverige har genomförts, t ex vad som gäller för de nya strukturfonderna (ERDF- och EAFRD-programmen under perioden 2021-27).

Utbyggnaden av bredband (fast eller trådlöst) ska i första hand ske genom kommersiella marknadskrafter, vilket motsvarar områden där det finns ett tillräckligt stort ekonomiskt underlag för marknadsaktörer. Ju lägre befolkningstäthet desto längre avstånd och därmed en sämre ekonomisk kalkyl för infrastrukturinvesteringar. PTS har vid tidigare utlysningar av bredbandsstöd endast fördelat stöd till utbyggnadsprojekt utanför tätort. I statistisk tätort har PTS antagit att det finns marknadsmässiga förutsättningar för att etablera IT-infrastruktur som motsvarar regeringens bredbandsmål. Men de senaste åren har utbyggnadstakten minskat i alla typer av områden inklusive i tätort samtidigt som korrelationen mellan befolkningstäthet och utbyggnadstakten har försvagats.

PTS har mot denna bakgrund inför utlysningen av bredbandsstödet 2022 genomfört en ny analys över vilka områden som kommer nås av kommersiell utbyggnad av bredbandsinfrastruktur inom tre år. PTS nya analys visar att vissa mindre tätorter inte kommer nås av kommersiell utbyggnad av bredbandsinfrastruktur inom de närmaste tre åren och därför ska kunna bli tillgängliga för bredbandsstöd. Den stora merparten av byggnader möjliga att söka stöd för kommer fortsatt vara belägna utanför statistisk tätort.

År 2020 inrättades ett nationellt stöd för att främja bredbandsutbyggnad i områden där det inte på kommersiell väg kommer att byggas snabbt bredband inom de närmsta tre åren. Under 2021 fördelades närmare 1,6 miljarder kronor till 428 projekt i hela landet. Sammanlagt kommer 2,85 miljarder kronor att delas ut fram till 2025.

Europeiska regionalfonden, ERUF (ERDF), finansierar ortsammanbindande nät (600 MSEK i denna omgång). Finansiering söks via de regionala programmen för Övre Norrland, Mellersta Norrland, Norra Mellansverige, Skåne-Blekinge samt Småland och öarna. Tillväxtverket är ansvarig myndighet.

PTS fått i uppgift av regeringen att fördela närmare 1,3 miljarder kronor i bredbandsstöd under 2022. En del av det bredbandsstöd som fördelas under 2022 kommer EU-finansieras. PTS inriktning för bredbandsstödet 2022 är att stöd ska utlysas i områden som saknar ett nät som på ett tillförlitligt sätt kan tillhandahålla nedladdningshastigheter om minst 100 Mbit/s och där det inte finns några trovärdiga planer på att bygga ut ett sådant nät inom tre år.

En ny proposition skärper också kraven på elektronisk kommunikation:

- Förslaget moderniserar lagen och samtidigt genomförs ett EU-direktiv på området.
- Förslaget innehåller nya regler om konsumentskydd för användare, tillgång, säkerhetsregler och konkurrensregler.
- Lagen främjar också fortsatt utbyggnad av fiber och trådlösa nät.

Bredbandsforums utvecklingsinsatser under 2022

Bredbandsforum (som PTS står som värd för) och dess nätverk av bredbandskoordinatorer från regionerna kommer att under året samla aktörernas perspektiv och insikter för att:

- presentera kunskapsunderlag om olika aspekter av utbyggnad av fast och trådlös bredbandsinfrastruktur,
- sätta strålkastarljuset på frågan om hushållens betalningsförmåga,
- beskriva och kommunicera om processer kring samhällsmaster,
- belysa olika riskfaktorer för tillståndsgivning i detta nya skede av utbyggnaden av infrastruktur för fast och trådlöst bredband.

10.3 Nya affärsmodeller – Internationellt och nationellt

Vi har nedan identifierat ett antal olika affärsmodeller som ännu är relativt obeprövade, i synnerhet i Sverige, och som bör tas hänsyn till vid den fortsatta bredbandsutbyggnaden och strävan att nå en ökad anslutningsgrad och digitalisering.

Vi har sökt att identifiera nya, tänkbara modeller som t ex adresserar neutralitet (t ex öppna, konkurrensneutrala 5G-nät, "wholesale only"/grossist, "neutral host providers" etc.), koncessionsmodeller, samhällsmaster/mastbolag, välfärdsbredband (samhällsportar) eller andra relevanta modeller. Är det någon eller några av dessa modeller som röner framgång i eller utanför Sverige och som kan inspirera Region Kronoberg (m fl) att pröva dessa som en tänkbar lösning för att nå bättre tillgång till bredband, ökad anslutningsgrad och/eller ökat användande av digitala tjänster?

Koncessionsmodellen

Koncessionsmodellen innefattar i sammanhanget en metodik och ett ramverk att finansiera upprättandet av en tillgång till gagn för medborgarna i ett land, region eller kommunen, även i lägen där aktörer på marknaden inte självmant etablerar motsvarande tillgångar på eget bevåg typiskt **då kommersiella förutsättningar anses tveksamma för en investering**. Det kan röra sig om en gruva, ett vägavsnitt, en bro över vatten, en sportarena, ett fibernät, eller varför inte en antennplats. I den här kontexten innebär koncessionen att en (ofta kommersiell) aktör får tillåtelse att upprätta och driva en vinstdrivande affär på kommunal mark under villkorade förhållanden och begränsad tid.

Tankegången är att en kommersiell aktör som fokuserar på en viss verksamhet har förmåga att utveckla och driva utveckling bättre än vad staten eller kommunen mäktar med för en viss, avgränsad typ av tjänst. Historien har dock visat att försiktighet behöver tillämpas när koncession ges till en enskild aktör; t ex en koncession för att driva alla restauranger på en mindre flygplats, en monopolställning på en "mikrolokal" marknad som kan leda till höga priser, eller service som inte naturligt konkurrensutsätts. I vissa lägen kan det vara aktuellt att utfärda flera koncessioner till flera av marknadens aktörer, även om det inte är

applicerbart lika lätt i fallet med att upprätta en antennplats som fördelning av ytor på en marknadsplats, reseutförare längs en järnväg eller liknande.

I grunden handlar en koncession också om att **fördela risk** i ett projekt. Kända risker bör tas av den som bäst kontrollerar utvecklingen och som kan driva och påverka utgången. Det är således viktigt att skilja på risker som står utanför aktörernas kontroll, och när de själva skall ta ansvar. Koncessionen behöver därför vara målstyrd i det långa loppet, men ha flexibilitet kring de intermediära stegen och ibland möjlighet till omförhandling vid satta tidpunkter under resans gång. Det är också viktigt att villkora engagemang av tredje part, såsom underkonsulter för att vidmakthålla transparens så att beslut fattas på grundval av rätt data.

En koncession har en **omfattning** och en **varaktighet**; t ex vägar kan löpa under 30 års koncessionstid, medan tillåtelse för att upprätta en torghandel kan behöva förnyas årligen. Kommunen behöva kan avsluta koncessionen i förtid för aktörer som underpresterar, som ett av sina verktyg. Efter koncessionstiden återgår tillgången vanligen i kommunal ägo, och kan därför även vid nyetablering komma att räknas som en offentlig tillgång. Utföraren kan i sin tur få en försäkran för att säkra investeringen, som utfästes i trancher (eng: *series of bonds*) för genomförda steg under koncessionens löptid; I detta fall #1: upprättande av antennplats, #2: inpassning av stipulerat antal hyresgäster/utrustningar, följt av #3: en eller flera perioder av drift och underhåll. Det finns också koncessioner som avslutas när partnererna har hämtat in sina investeringar, hellre än efter en viss tid, typiskt i typfall där osäkerheten är stor och riskerna är svåra att räkna på.

Även med en noggrant planerad koncession och gedigna avtal finns utrymme för tillsyn av tredje part, och för att skydda processen från påverkan från andra aktörer på marknaden och politiska agendor som kan göra sig påmind under koncessionens löptid. Det finns en flora av avtal som kan räknas till medgivande i form av en koncession, inte minst den i Frankrike populära hyreskonstruktionen "affermage" (sv. ung: bekräftelse), men som vid allmänna upplåtelse eller uthyrningar inte nödvändigtvis ställer krav på väsentliga investeringar från koncessionärens sida, vilket per se blir fallet i en mer strikt definition av en koncession "stricto sensu". Dessa kan också kallas för BOT (build-operate-transfers) eller i fallet där man ska renovera en infrastruktur ROT (rehabiliate-operate-transfers).

I koncessionsmodellen upphandlar kommunen eller regionen byggandet och driften av ett bredbandsnät i territoriet från en privat aktör som får koncession att driva nätverket under en lång tidsperiod, vanligtvis **tjugo till trettio år**.

Kommunen (eller regionen) behåller ägandet av nätet medan drift och underhåll sköts av koncessionshavaren. Det finns därför **inget behov av att ett dedikerat bolag upprättas av kommunen**, och den kompetens som krävs, liksom de ekonomiska risker som tas, är generellt sett begränsade. Som nätägare har kommunen ett stort inflytande på design- och tjänsteförsörjningsprocessen. Prioriteringar för nätverksdesign och utbyggnad måste specificeras i koncessionsavtalet, liksom villkoren för tjänsteleverans och nätverkstillträde för att maximera konkurrensen och för att nå de mål som anges i bredbandsplanen.

Koncessionens form kan variera från fall till fall. I allmänhet åtar sig koncessionshavaren investeringen (ofta **kompletterad** med betydande **finansiering från kommunen**) och tar alla intäkter såväl som de finansiella riskerna för hela kontraktperioden. I slutet av kontraktet **kvarstår ägandet av nätinфраstrukturen hos kommunen**, som sedan kan

besluta att förnya kontraktet, att teckna ett kontrakt med ett annat företag, eller till och med ändra dess engagemang helt och hållet och ta över nätet direkt som stadsnät, eller sälja nätet.

För att garantera rättvisa och icke-diskriminerande villkor för alla tjänsteleverantörer (operatörsneutralitet) är koncessionären normalt förhindrat att sälja sina egna tjänster (d v s den ska köra enligt en **wholesale-only** modell).

Koncessionsmodellen har blivit **vanlig inom EU**, både i regionala projekt, men också i större nationella system som den som nyligen infördes i Italien, där en operatör som endast är grossist har tilldelats utbyggnaden och driften av ett offentligt ägt nätverk i vita områden i alla regioner i 20 år.

Exempel på koncessionsinvesteringsmodellen finns i tre franska projekt som involverar totalt nästan 2,2 miljoner hushåll som ska vara anslutna till 2024. En stor del av det egna kapitalet tillhandahålls av investeringsfonder, kompletterade med statliga medel enligt en nationell bredbandsplan. Ett liknande tillvägagångssätt har valts för det österrikiska subventionssystemet samt för bulgariska, kroatiska, polska, rumänska och slovakiska bredbandssubventionssystem.

Ett annat exempel är Metropolitan Networks Project (MAN) i Irland. De enskilda näten förvaltas av Enet under en period av 15 år. Tillsammans har de ett nätverk på över 1 000 km fiberoptisk kapacitet i 66 städer i Irland. De totala investeringarna är upp till 170 miljoner euro och lokala och regionala myndigheter står för 10 % av de totala europeiska strukturfonderna – 45 % och resten finansieras av den irländska regeringen. Infrastrukturen förblir i statlig ägo.

I ett bredbandsutbyggnadsprojekt i Auvergne-regionen i centrala Frankrike har France Telecom ett 10-årigt kontrakt för att driva och utöka det befintliga bredbandsnätet som budgeterats till att kosta 38,5 miljoner euro. Även om det huvudsakligen är baserat på DSL, innehåller nätverket fiberoptiska slingor som ökar nedladdningshastigheterna. I både de irländska och Auvergne-projekten har stora tjänsteleverantörer lockats för att tillhandahålla tjänster till kunder.

Grand-Est-regionen i Frankrike bygger två FTTH-projekt med en koncessionsmodell, "Rosace" i den delregionen Alsace och ett större, kallat "Losange" för att täcka resten av Grand Est region. Losange-projektet kommer att täcka områden med FTTH, där privata operatörer inte var intresserade av att investera. Det 35-åriga koncessionsavtalet fastställer att den privata koncessionsinnehavaren, som arbetar med en affärsmodell för enbart grossisthandel, tillhandahåller cirka 85 % av den finansiering som behövs för att finansiera utbyggnaden. **Den offentliga finansieringen täcktes av den franska staten, regionen och kommunerna och genom europeiska regionala utvecklingsfonden (ERUF).** Det var också ett betydande bidrag från **Europeiska Investeringsbanken (EIB)**. När projektet är helt utrullat kommer det att täcka över en miljon fiberanslutningar.

Mer nyligen startade den italienska regeringen ett stort nationellt projekt för att minska anslutningsklyftan på landsbygden. Investeringen, som delades upp i makroregionala anbud för vita områden, genomfördes med hjälp av koncessionsmodellen. Anbudet angav att den utplacerade infrastrukturen kommer att förbli i offentlig ägo och kommer att göras tillgänglig på grossistnivå för alla tjänsteleverantörer på icke-diskriminerande villkor och under de tekniska och ekonomiska villkor som definieras av den italienska nationella

tillsynsmyndigheten, AGCOM. Denna formulering kräver inte att en specifik affärsmodell ska användas, även om den uppenbarligen gynnar enbart grossist, med kriterier för utvärdering av anbud som ger extra poäng till anbudsgivare som tillämpar en affärsmodell för enbart grossist.

Samhällsmaster

Med samhällsmaster avses siter [sajter] i mobilnäten som är helt eller delvis offentligt finansierade, i områden där det saknas kommersiella förutsättningar för mobiloperatörer att bygga ut sina nät. De kommuner som ser behov och som vill satsa egna resurser, kan komplettera den centralt drivna utbyggnaden med egna lokala projekt för att förbättra mobiltäckningen. PTS föreslår då att kommuner upphandlar mobiltäckning eller sänker etableringskostnaderna genom att hyra ut egna resurser till operatörerna. Dessa handlingsalternativ förutsätter att arbete med samhällsmaster bedöms ligga inom den kommunala kompetensen, en bedömning som varje kommun själv behöver göra.

Vid allt arbete med samhällsmaster är det viktigt att ta hänsyn till den inverkan som detta skulle kunna ha på marknaden och dess aktörer. För att minimera marknadsstörningar är en förutsättning att samhällsmaster etableras endast där ingen marknadsmässig utbyggnad förväntas ske i närtid (inom 3 år). Det är också viktigt att en offentligt finansierad samhällsmast är öppen för alla marknadsaktörer och att tillträde beviljas på icke-diskriminerande villkor.⁴

Ändamålet med en samhällsmast är att erbjuda kompletterande täckning eller kapacitet för:

- Mobiltelefoni
- Mobilt bredband
- Fast bredband via mobilnäten (s k Fixed Wireless Access, FWA)

Samhällsmaster kan vara ett resultat av ekonomiska bidrag genom:

- 1) Ansökningsförfarande genom ett särskilt utformat stöd (inget befintligt stöd ger denna möjlighet idag)
- 2) Upphandling av täckning enligt LOU
- 3) Samfinansieringsprojekt mellan olika privata och offentliga aktörer

Den offentliga finansieringen av en samhällsmast kan ske på olika etableringsnivåer och därmed i olika stor omfattning:

- 1) Upplåtelse av mark och fundament, exklusive mast
- 2) Etablering av komplett mast som ägs av en offentlig aktör som i sin tur erbjuder en öppen plattform, där aktörer ges möjlighet att installera antenner och annan utrustning
- 3) Offentlig finansiering kan ske genom investering i infrastruktur och/eller driftskostnader
- 4) Nivå på inplaceringsavgiften kan också betraktas som en offentlig finansiering

⁴ PTS, 2015

Den ekonomiska bedömningen görs med hänsyn till både investerings- och driftskostnad (CAPEX och OPEX).

Samhällsmaster har utvärderats vid ett flertal tillfällen, endast ett fåtal fall har i Sverige lett till uppförandet av en mast. Intresset för samhällsmaster tycks dock tillta från både marknadsaktörer och offentliga organisationer. Det finns också en viss farhåga om att radiobaserade lösningar ska konkurrera ut fiberutbyggnaden, i vissa fall så stark att den motarbetas. Samhällsmaster upplevs som ett komplext och riskfyllt projekt för en kommun idag, det saknas dessutom ofta en fastställd arbetsprocess, kompetens och offentlig finansiering. Regionerna uppfattas vara en lämplig samverkansnivå, även om många frågor behöver lösas lokalt.⁵

Konceptet samhällsmaster har hittills inte varit attraktivt nog för mobiloperatörerna, p g a ökade driftskostnader utan tillhörande ökade intäkter. För att detta ska vändas så krävs det nya "bredbandskunder", abonnemang och intäkter – det räcker inte med befintliga mobilkunder. Mobiloperatörerna uppger också att de vanligen kommer in sent i processerna och skulle gärna också ha ett bättre och utökat samarbete med regioner, kommuner och stadsnät vid etableringen än vad de har idag.

I oktober 2022 så delgav Bredbandsforum resultaten och insikterna från en färsk studie⁶ och uppdatering på området samhällsmaster och man kom fram till följande sammanfattning:

- Tillgången till befintliga och planerade samhällsmaster är liten. Koncentrerade till södra delen av Sverige.
- Syftena med samhällsmasterna är mestadels kopplade till att förbättra mobiltäckningen, d v s mobilitetsmålet 2023 i högre grad än bredbandmålet 2025.
- Kommunerna tar en finansiell risk med samhällsmaster.
- Mobiloperatörernas roll:
 - Samtliga samhällsmaster är tänkta att inhysa en eller flera av mobiloperatörernas aktiva utrustningar.
 - Endast mobiloperatörernas frekvenser kan förbättra mobiltäckningen.
 - Komma in tidigt vid planeringen av en samhällsmast.
 - Kundunderlaget är viktigt för mobiloperatörer.⁷

Exempel på upplägg – Västra Götalandsregionen (VGR):

- Stödet kan användas till samhällsmaster på ställen som i dagsläget saknar täckning för mobilt bredband med den hastighet som krävs för att nå målet i den regionala bredbandsstrategin.
- VGR och kommunen kan tillsammans söka stöd i områden med dålig mobiltäckning där mobiloperatörerna anser det olönsamt att bygga ut.
- VGR och den kommun där masten placeras ska dela lika på kostnaden för varje mast.
- Kommunen får inte äga masten själva. I stället, genom upphandling, utses entreprenör som får i uppdrag att äga, drifva och underhålla anläggningen i exempelvis 15 år (koncession).

⁵ Vidareutveckling bredband genom etablering av samhällsmaster, A-focus, 2021

⁶ Bredbandsforum, 2022, <https://bredbandsforum.se/nyheter/samhaellsmastens-framtid/>

⁷ Bredbandsforum, 2022

- Samhällsmasterna måste vara tillgängliga och öppna för samtliga teleoperatörer.⁸

Öppna, konkurrensneutrala 5G-nät

På vissa marknader inom EU (bl a i Slovenien, Kroatien och Österrike) görs nu ett antal försök med att införa öppna, konkurrensneutrala 5G-nät, på liknande sätt som vi har haft öppna fibernät här i Sverige under en lång tid, med stor framgång. Öppna 5G-accessnät är en naturlig utveckling av grossistnätverk, särskilt på nivån för aktiv utrustning (jfr bitströmsreglering på fasta nät).

5G-standarden ger redan många möjligheter att skapa nya typer av 5G-tjänster, en av dessa är sk ”network slicing” med vilken upp till fem oberoende nätverk kan skapas för olika tillämpningar och krav, inom samma fysiska nätstruktur. Implementeringen av öppna 5G-nätverk stöds på aktiv nivå med den sk ECPRI-standarden definierad för 5G-signalering. Det andra alternativet är att nätoperatören hanterar IP-strömmen. Inom IP-strömmen finns Class of Service (CoS) och QoS-mekanismer. Det tredje alternativet är det passiva öppna nätverket med frekvensmultiplexering. Dessa möjligheter finns förutom de olika möjligheter och tekniker som finns att distribuera 5G-signalen inuti byggnader.

Välfärdsbredband (sambandsportar)

Välfärdsbredband var en aktuell fråga för några år sedan, kallas även välfärdsport eller den fjärde porten. Initiativet kom framför allt från infrastrukturperspektivet med stadsnät som drivande aktörer. De såg en möjlighet att leverera digitala trygghetstjänster (t ex inom vård och omsorg) hem till slutanvändaren på ett kontrollerat, robust och kvalitativt sätt genom deras fibernät. En allmängiltig definition av begreppen sambandsport och välfärdsbredband saknas dock fortfarande.

Initiativet var en konsekvens av de problem som uppstod i samband med digitalisering av trygghetslarm genom de fasta näten, olika operatörer hade olika lösningar. Välfärdsbredband var ett sätt att lösa problemen, dock med begränsningen att det endast löste problemen för de användare som var anslutna till stadsnätet. Det var även ett nytt sätt att finansiera bredbandsutbyggnaden med hjälp av kommunal medfinansiering.

En mer omfattande implementering av välfärdsbredband/sambandsportar förutsatte en teknikneutral lösning som nådde alla användare samt en tydlig efterfrågan från vård- och omsorgsverksamheter. En sådan lösning saknades och ett breddinförande har hittills inte skett. De flesta digitala produkter som hälsa/vård använder idag har gränssnitt mot olika infrastrukturer men de digitala trygghetstjänsterna går oftast via mobilnäten.

Det gemensamma syftet är detsamma, dvs. att säkerställa en kontrollerad och trygg leverans av offentliga digitala tjänster från tjänsteleverantör till medborgare, på distans.

- Vissa kommuner/regioner har gjort olika insatser, det har främst varit utvecklingsprojekt från tjänstenivån eller finansieringslösningar från infrastrukturnivån.
- Drivkraften har varit begränsad och otillräcklig för ett breddinförande av en offentligfinansierad kommunikationskanal

⁸ Bredbandsforum, 2022

- Behovet av infrastrukturlösning finns och sker genom integrerad trådlös kommunikation via mobilnäten (SIM-kort).
- Utveckling av välfärdstekniken kommer höja kraven på infrastrukturen att öka - kvalitet och täckning.
- Incitament för utveckling för att vård ska flyttas till hemmet är det ingen prioriterad fråga i reell mening.
- En skjuts i utvecklingen skulle kunna vara en målsättning för denna förflyttning, från nationell eller regional nivå.
- Välfärdsbredband från infrastruktursidan kan öka om det ses som en långsiktig finansieringsmodell för bredbandsutbyggnad åt fler.⁹

Välfärdsbredband diskuteras dock fortfarande. Efterfrågan från vård och omsorgs- verksamheter är dock ännu inte tillräckligt stark eller tydlig för att ge en betydande effekt på utbyggnad eller separat kanal.

10.4 Trådlösa nät och mobiloperatörernas utbyggnadsplaner

Teknikutvecklingen inom olika trådlösa tekniker fortgår i stor omfattning globalt, med många olika aktörer och tekniska lösningar som utvecklas och testas, alltifrån makrolösningar inom cellulära 5G och kommande 6G-standarder, fasta accesslösningar (Fixed Wireless Access, FWA), satellitbaserade bredbandslösningar, blåljusfokuserade tekniker (RAKEL, TEKLA etc), IoT-fokuserade lösningar (LPWAN etc) samt många olika mikrolösningar inom eller i närheten av byggnader (small cells, WiFi, signalförstärkare etc).

Vad gäller mobiloperatörernas planer för cellulära nät (2G-5G) så ägnar sig dessa framför allt åt uppgradering av befintliga siter i dagsläget, ej så många nya siter, vilket bara ger marginellt större täckning. Denna bild går delvis stick i stäv mot vad operatörerna själva kommunicerar externt, där allmänheten ofta får uppfattningen att täckning och bandbredd (hastighet) ständigt förbättras, t ex genom nya 5G-siter. Antalet helt nya siter är begränsat och täckningsförbättringen likaså, dessutom kommer dessa uppgraderings- och moderniseringsprogram att pågå ca 4-5 år till (alltså till 2026-27), med vissa förseningar t ex p g a sen tilldelning av 5G-licenser och säkerhetspolitiska hinder.¹⁰

Parallellt med denna modernisering av mestadels befintliga mobilsiter sker en nedmontering av 2G och 3G-nätverk, vilken är relativt komplex p g a den delade ägarstrukturen i 3G-nätbolagen bland mobiloperatörerna. Detta gör att det i slutändan att antalet mobilsiter (sändarplatser) t o m minskar för att kostnadseffektivisera ytterligare (med bibehållna intäktsnivåer). Denna konsolidering ger dessutom i flera fall ett visst kapacitetsöverskott för nätägarna.

Två operatörer (Telia, Tre) har 700 MHz-licenser som bidrar till högre kapacitet, men bara marginellt större täckning, och en något ökad kapacitet/bandbredd (skillnad ca 10-15% mellan bandbredd/hastighet för 5G jämfört med 4G). Detta gör att man inte med hjälp av dessa 700-band kommer att nå bredbandsmålen på landsbygd, det är snarare i städerna som dessa kommer att kunna bidra med att nå de uppsatta bredbandsmålen.

⁹ Studie kring samhällsportar/välfärdsbredband, A-focus, 2020

¹⁰ Intervju med handläggare på PTS, juni 2022

Vad gäller mobiloperatörernas planer för Fixed Wireless Access (FWA) så är detta svårbedömt för närvarande. De tester som en del operatörer har genomfört har hittills inte givit de förväntade resultaten. De frekvensband (lägre delarna av 26 GHz-bandet) som är tillgängliga för ansökan är hittills begränsade, övriga kommer släppas tidigast 2024-25, och då i första hand bidra till antingen att öka kapaciteten i tätort eller att skapa FWA-lösningar för att förbättra täckningen i glesbygd, t ex som relativt billiga länkar (riktade lober, "line-of-sight") för att täcka vissa utvalda områden i glesbygd. Detta kan dock kräva etableringen av relativt höga master. Många gånger räcker det kanske med det befintliga 3,5 Ghz-bandet, eftersom antalet användare inte är så stort i dessa glesbygdsområden. Den ekonomiska kalkylen för kapacitetshöjning i tätort är betydligt bättre. För att mobiloperatörerna ska kunna investera i en ökad täckning eller kapacitet så kräver de också att kundanskaffningen sker mer kostnadseffektivt, där även de regionala och kommunala aktörerna bidrar till att identifiera och adressera slutkunderna. Operatörerna erbjuder i dagsläget hellre en signalförstärkare (aktiv antenn utomhus) till hushållen/företagen för att nå bättre bandbredd i befintliga nätverk (4G/5G).

Mkt av täckningsproblemen är ganska små "hål" mellan olika siter. Wide-area coverage m h a långstrålande siter högt upp i TV-master.

Koordinering med regionerna? Mobiloperatörerna skyller på detta som ett problem, men det är kanske en chimär, p g a låg omfattning?

PTS har riktade utbyggnadskrav, men dessa löser inte alla behov. (t ex Netfour 800M-bandet). Dessa krav har inte varit så imponerande, det rör sig om ca 180 master för hela landet som har måst byggas.

Region Värmland kom fram till bl a följande slutsatser vad gäller mobilnätets roll för att bl a uppnå bredbandsmålen i en färsk pilotstudie från 2022, och det sammanfaller med mönster från många delar av landet:

"Mobiltäckningen brister i flera områden spridda över länet. Tyvärr sammanfaller ofta områden med bristande mobiltäckning med områden med bristande fiberutbyggnad. Kundunderlaget är inte tillräckligt för kommersiell utbyggnad. Region Värmland har tillsammans med Bredbandsforum drivit ett pilotprojekt kring samverkan för bättre mobiltäckning med resultatet att de flesta områden som berörs inte kommer få bättre täckning utan offentlig finansiering. Problemet riskerar att bli större de närmaste åren inte minst genom regionens eget ökade behov inom trafikförsörjning, nära vård, näringslivsutveckling med mera. Det är också en utmaning för länet att få en snabb utbyggnad av nästa generations mobilnät, 5G. Dialog med befintliga mobiloperatörer, behovskartläggningar samt påverkan för offentliga stödmodeller som omfattar mobiltäckning är viktiga insatser.

Den information som kommunerna sammanställt har inte lett till att någon mobiloperatör överväger att ändra sina utruvningsplaner. Utbyggnad i de utvalda områdena är inte kommersiellt möjlig enligt operatörerna. I något av områdena kan en redan planerad uppgradering av en operatörs befintliga basstationer ge viss förbättrad täckning, men ingen större förändring är att vänta.

I mobilnätets livscykel ligger fokus just nu på modernisering av nät och förberedelser för 5G och mindre på att förbättra täckning i glesbygd. Projektets uppfattning är att det leder

till begränsade möjligheter att få gehör för utbyggnad i den här typen av områden och sannolikt kommer inte situationen att förändras de närmsta åren. Hur stora begränsningarna är skiljer sig något åt mellan de olika mobiloperatörerna.

Operatörernas svar är att det inte är ekonomiskt möjligt att bygga nytt utan någon form av stöd. Hur mycket finansiering som krävs beror framför allt på kundunderlaget och varierar från område till område. Även om mast och övrig infrastruktur finansieras från annat håll behöver operatören få täckning för sina initiala kostnader och driftkostnaden. Områden med enbart en mindre mängd fastboende kan vara tveksamt att bygga ut även med finansiering menar en operatör. Kommentar från en annan är att det brukar vara möjligt att räkna hem de löpande kostnaderna i de flesta områden där det finns en rimlig mängd folk, liknande exemplen i pilotprojektet.

Resultatet av pilotprojektet tyder alltså på att en process liknande den i pilotprojektet inte skulle bidra till någon nämnvärd utbyggnad i närtid, om ens någon utbyggnad alls.

En dialog mellan kommuner och operatörer kan också bidra till en ömsesidig förståelse för varandras behov och förutsättningar som på längre sikt skulle kunna leda till prioriteringar som gynnar både kommuner och operatörer.

För att komma vidare med utbyggnad behöver ekonomiska medel tillföras, troligen i form av offentlig finansiering. En operatör menar att även om det ibland finns intresse från tex företag och kommuner att bidra så saknas ett fungerande angreppssätt. En nationell modell för att lösa finansieringen skulle behövas.

En viss oro som lyfts av kommunerna är att en förhoppning om offentlig finansiering kan hämma utbyggnad på kommersiell grund. En större insyn i operatörernas kalkyl skulle kunna ge en större trygghet i offentlig medfinansiering. Operatörerna å sin sida ser en risk att kommunala medel inte tillsätts när det finns förhoppning om statliga stödmedel.

Åtminstone i viss utsträckning förefaller det finnas en vilja hos kommuner och region att bidra finansiellt i en utbyggnad, men på grund av oklara regler samt noga beaktande av konkurrensaspekter finns ett scenario där kommuner/region blir överdrivet försiktiga och avstår från att tillvarata möjligheter. Det kan då leda till att samhällsviktiga insatser uteblir.”¹¹

10.5 Efteranslutningar och stimulansåtgärder för att öka anslutningsgraden

Med begreppet ”efteranslutningar” menar vi de möjligheter som ges till att i efterhand ansluta nya hushåll i områden där det redan delvis finns fiberanslutningar installerade eller förberedda för, dvs en slags förtätning av fibernäten. Potentialen för efteranslutningar kan ses som skillnaden mellan ”homes connected” och ”homes passed”.

I många regioner är det i dagsläget relativt få områden som helt saknar fiber och många hushåll och företag har genom åren fått erbjudanden om att installera fiberbroadband när olika kampanjer och projekt genomförts. Enligt många kommuner är efteranslutningar den allra största utmaningen för vidare utbyggnad. Svårigheten ligger i att det är relativt kostsamt att ansluta enstaka kunder i efterhand framför allt i landsbygderna, otillräcklig efterfrågan från slutkunderna och att det i stort sett bara är den befintliga nätägaren som kan ta sig an

¹¹ Slutrapport - Pilotprojekt för samverkan mellan mobiloperatörer, kommuner och region för förbättrad mobiltäckning, Region Värmland, 2022

utmaningen. Den förstärks ytterligare av att redan utbyggda områden haft svårare att konkurrera om PTS bredbandsstöd. Dialog med befintliga nätägare, stimulans av efterfrågan samt påverkan mot offentliga stödmodeller som bättre löser dessa problem är viktiga insatser.

”Utvecklingen av det digitala samhället gör att tillgång till snabbt och funktionellt bredband blir en förutsättning för hushåll och företag, inte minst genom att det offentliga vill kunna kommunicera och erbjuda invånarna digitala tjänster i allt större utsträckning. Vi ser dock att drivkraften från det offentliga inte är tillräckligt stark för att lösningen ska komma därifrån.”¹²

Främjandeinsatser	Reglerande insatser	Ekonomiska insatser	Alternativa tekniker
<ul style="list-style-type: none"> • Gentemot nätägare <ul style="list-style-type: none"> • Arbetsgrupp inom Bredbandsforum • Samverkansgrupper på regional nivå • Inkludera i Bredbandslyftet • Inkludera i regionala/lokala bredbandsstrategier • Bättre kartläggning/fakta • Dialog med marknadsaktörerna • Gentemot slutanvändare (efterfrågestimulans) <ul style="list-style-type: none"> • Gemensamma insatser på nationell/regional nivå • Attraktiva finansieringsupplägg 	<ul style="list-style-type: none"> • Annan aktör får nyttja annans infrastruktur <ul style="list-style-type: none"> • Grossisttillräde utformas pragmatiskt • Nytt/specifikt regelverk utformas • Leveransplikt i befintligt område <ul style="list-style-type: none"> • Regler saknas och nytt specifikt regelverk behöver tas fram 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationellt bredbandsstöd • Regionalt/lokalt bredbandsstöd • Bredbandsstöd för slutkunder, t.ex. voucher <ul style="list-style-type: none"> • Effekterna skulle behöva analyseras djupare innan det införs, kan variera mellan områden/ aktörer • Finansieringsmodell för icke köpta anslutningar <ul style="list-style-type: none"> • Upphandling • Samverkansavtal 	<ul style="list-style-type: none"> • Trådlösa alternativ <ul style="list-style-type: none"> • FWA, 4G, 5G • Beroende av marknadsaktörernas vilja • Kan stimuleras mer än idag men tveksamt om det löser styckvis försäljning • Oklart i vilken utsträckning det blir en ersättningsprodukt för efteranslutningar • Kan behöva offentlig finansiering på landsbygden/efteranslutningsmarknad • Bredbandsmålen nås inte med de tekniker som finns idag

Figur 1: Olika möjliga lösningar för efteranslutningar, A-focus, 2020

Det finns förslag att de regionala bredbandskoordinatorerna bör utforma en metod för kartläggning av efteranslutningsadresser på regional och kommunal nivå, ta fram exempel på hur efteranslutningsfrågor kan hanteras strategiskt, och genomföra en regional pilotstudie.

Nationella aktörer bör också bättre ta tillvara efteranslutningsfrågor i det arbete man redan bedriver för att främja bredbandsutbyggnad, samt att man bör kartlägga de olika fiberföreningarnas hantering av efteranslutningar.

Nätägare bör proaktivt kommunicera med kommunala och regionala samordningsfunktioner om planerade eftermarknadskampanjer.

Exempel på stimulansåtgärder för att öka anslutningsgraden

Vi tillfrågade ett antal regioner om de har erfarenhet och exempel på välfungerande stimulans- och stödåtgärder för att öka anslutningsgraden ("homes connected"), och nedan följer de svar som vi fått:

1. Satsningar som är genomförda med finansieringsstöd via Jordbruksverket har i alla projekt en hög anslutningsgrad och svaret är nog att stödmedel måste till för att hålla

¹² Studie kring efteranslutningar, A-focus, 2020

nerne anslutningskostnaden, många hushåll är inte beredda att betala 20 - 40 000kr. Så modellen via Jordbruksverket har varit bra förutom krångligt regelverk och en enorm administration.¹³

2. I samband med grävning för fiber blir alla boende i ett område tillfrågade om de önskar ansluta sig. Ett fåtal tackar dock nej till erbjudandet. När grävning och inkoppling av fastigheter är klar erbjuder operatörerna, efter ett antal månader, efteranslutning till de som inte anslöt sig i första skedet. I bästa fall återkommer detta erbjudande fler gånger vilket kan spela stor roll i de fall där fastigheten har bytt ägare eller ett behov har uppstått. Tidigare var alltid efteranslutningar dyrare för kunden än om de hade anslutit sig i första skedet. Vissa operatörer har på vissa platser börjat frångå detta och har i stället låtit de som efteransluter sig få ett lägre pris. Bättre än liten intäkt än ingen alls.¹⁴
3. Nej. Frågan har diskuterats. Bedömningen är att detta trots uppdaterade statsstödsregelverk är legalt osäkert och även stor risk för marknadspåverkan genom riktade insatser till del av marknaden. Under perioden 2018-2022 har utmaningen för efteranslutningar mer varit att få den aktuella nätägaren (ex. nät som finns i gatan) att vilja ansluta fler byggnader (efterfrågan). Har varit ett stort ointresse för denna affär. Bättre nu.¹⁵
4. Ett exempel på en åtgärd som en kommun initierat är att de har deltagit på informationstillfällen som nätbyggare har bjudit in till och som har riktat sig till invånare som berörs av en fiberutbyggnad. Kommunen har deltagit som gäst och funnits där om det dykt upp frågor från invånarna som mer riktat sig mot kommunen. Kommunen har även haft möjlighet att berätta om vikten av att ha en stabil bredbandsuppkoppling och att det ger en möjlighet att dra nytta av digitaliseringens möjligheter/tjänster. Vi har inte mätt någon effekt av detta utöver att nätbyggare har bekräftat att de får ett bättre ”genomslag” med sina informationsmöten där kommunen har funnits med på plats.¹⁶
5. I Jämtlands län är det fullt fokus på att få ut snabbt bredband till områden som helt saknar snabbt bredband. Fokus är hos oss och marknadsaktörerna att framförallt ansluta fiber i nya områden och då m h a stöd från LBP, PTS samt ERUF. Efteranslutningar sker väldigt sällan till enstaka hushåll utan en marknadsaktör har ibland, när entreprenadresurser finns, efteranslutningskampanjer i områden där de byggt fibernät tidigare. Vid en sådan kampanj är redan efterfrågan så stor från boende och företag i området så att inte någon extra stödåtgärd behövs. Men visst, det kan vara kostsamt för en aktör med efteranslutningar men för oss i Jämtlands län är det än så länge viktigare med fiberutbyggnad i områden som saknar bredband. För att öka anslutningsgraden vid införsäljning i ”nya områden” brukar regionen och kommunerna hjälpa till med t ex informationsmöten samt dela ut informationsfoldrar om vikten av bredband. Ett annat tips är att i ett område där anslutningar kommer att ske hitta frivilliga ”ambassadörer” som kan informera grannarna om vikten av bredband/digitalisering. Dessa åtgärder brukar vara lönsamma. Ett alternativ är också att en kommun stödköper anslutningar [se ”Välfärdsbredband”] för till t ex äldre eller andra behövande som av olika anledningar inte väljer att ansluta till snabbt

¹³ Region Västerbotten, 2022

¹⁴ Region Gävleborg, 2022

¹⁵ Region Kalmar, 2022

¹⁶ Region Uppsala, 2022

bredband då det erbjuds. Detta för att kunna utnyttja digitala tjänster inom vård, omsorg och/eller utbildning. Bredbandet ska då endast kunna användas till dessa tjänster och inte för privat surfande. Dock tror jag inte att någon kommun i länet ännu gjort detta.¹⁷

6. Inom kommunen finns flera olika aktörer representerade, både i tätorten och i de glesare delarna. Befintliga aktörer som IP Only, Openinfra, Fibra, Telia och Tele2 (ComHem) har lite olika kampanjer och angreppssätt. Vad gäller utbyggnad till de delar där det fortfarande saknas fiberinfrastruktur så jobbar vi uppmuntrande till aktörer som önskar ansöka om ”bredbandsstöd”. Fibra har också ett aktivt arbete där de försöker förbättra kalkylerna och bygga i glesbygd tillsammans med andra eller att hitta nya sätt att få ekonomi i utbyggnaden. Saknar dock konkreta exempel, då behöver man vända sig till nätägarna/operatörerna.¹⁸
7. Dels är det Vingåkers kommun som arbetat med utbildningar och studiecirkel för riktade grupper där man visat hur olika digitala tjänster fungerar och även hjälpt till att få dem installerade. I förlängningen syftar detta till att man skall hänga med i digitaliseringen och konsumera digitala tjänster. Ett annat exempel är Strängnäs kommun som arbetar med en s.k. ”konnektivitets-voucher” dvs att kommunen lämnar ett bidrag till de hushåll som väljer att installera fiber till sin fastighet. Denna aktivitet ger en stimulans till hushållen att under en begränsad tid få ett bidrag för att tacka jag till ett fibererbjudande. I praktiken har dessa hushåll en tillgänglig anslutningsmöjlighet (”homes passed”). Ytterligare en kommun arbetar löpande genom sitt stadsnät med kampanjer i syfte att efteransluta fastigheter. Kampanjerna riktas till fastigheter som har en nuvarande tillgänglig anslutningsmöjlighet.¹⁹

Vi ställde även frågan till dessa om deras respektive region (eller kommunerna i regionen) har tagit ställning kring hur pass proaktiv man kan/ska vara vad gäller säkerställandet av bredbandstillgång och tillgången till viktiga digitala tjänster för regionens samtliga geografiska områden, hushåll och företag? Eller förlitar man sig enbart på att ”marknaden” och dess aktörer kommer att tillgodose alla behov i sinom tid?

Vi fick då dessa svar:

1. Alla kommuner i Västerbotten är proaktiva och har ingen tilltro till att marknaden ska lösa bredbandstillgången. Alla som önskar får en anslutning via kommunens bredbandsnät till en beslutad anslutningsavgift förutsatt att man finns i områden där avgiften täcker anslutningskostnaden. I övrigt sker utbyggnad utifrån möjliga stödmedel. En viktig del framåt är också vilken roll de offentliga aktörerna ska ta när det gäller området mobilt bredband, här finns det stora utmaningar att kunna förse länet med bra mobil uppkoppling både för tal och data.²⁰
2. I Gävleborgs samtliga kommuner är det både privata operatörer och stadsnät som har byggt bredband. Regionen och kommunerna har varit mycket aktiva i utbyggnaden eftersom det varit tydligt att marknaden inte kommer att klara av utbyggnaden på egen hand. Vi tog tidigt fram en regional bredbandsstrategi (2012) och i samband med det tog alla kommuner fram kommunala strategier. Dessa dokument reviderades

¹⁷ Region Jämtland Härjedalen, 2022

¹⁸ Region Västmanland, 2022

¹⁹ Region Södermanland, 2022

²⁰ Region Västerbotten, 2022

2019-2021 och nya mål och fokusområden beslutades. I nuläget har utbyggnaden kommit så långt ut på landsbygden (med långa avstånd och få kunder) att marknadsaktörer och stadsnät har stora svårigheter att få ihop en affär på utbyggnaden. Behovet av stödmedel till länet är därför stort och stöden är nödvändiga om vi ska lyckas nå länets bredbandsmål. Regionen och kommunerna bedriver inga särskilda insatser för att öka anslutningsgraden mer än att erbjuda anslutning och i samband med det delge nyttan av bredband. Regionens och kommunernas nuvarande bredbandsmål är *homes passed* och inte *homes connected*.²¹

3. I stort inte proaktivt utan reaktivt. Det finns ett flertal kommuner som agerat genom ex. etablering av eget nätägarbolag (inkl. kapitaltillskott), genom avtal om utbyggnad (inkl. delfinansiering) eller genom delfinansiering av utbyggnad. Regionen har agerat genom att delfinansiering av bredbandsutbyggnad utanför tätort (50 mnkr) för att stödja fortsatt utbyggnad. Marknaden inkl. kommunala bolag kommer inte att tillgodose alla behov. I sinom tid är dessutom inte av intresse eller relevant tidsperspektiv för en hållbar regional utveckling.²²
4. I grund och botten har både Region Uppsala och länets kommuner inställningen att det är marknaden som bygger ut den digitala infrastrukturen. Däremot strävar vi alla mot att stödja och främja bredbandsutbyggnaden utifrån de verktyg vi har att jobba med. Till exempel kan en kommun se över gräv- och schaktvillkoren så att de gynnar bredbandsutbyggnaden så gott det går. Regionen arbetar exempelvis aktivt med regionala prioriteringar inom ramen för PTS bredbandsstöd så att det blir så bra som möjligt för marknadsaktörerna.²³
5. När det kommer till ERUF-utlysningar så kommer Regionen tillsammans med IT Norrbotten att göra en samordnad ansökan tillsammans med kommunerna.²⁴
6. Regionen samt alla kommuner har i olika strategier skrivit att man på olika sätt ska bidra till bredbandsutbyggnaden. Rent konkret sker det ofta genom att hålla informationsmöten samt på andra sätt informera om ”nyttan av snabbt och robust bredband”. Oftast sker detta i samband med ny utbyggnad i något geografiskt område. En (1) kommun har dock, lite förvånande, beslutat att inte delta på informationsmöten kring detta om mötet är arrangerat eller delarrangerat av en marknadsaktör. Region JH medfinansierar utbyggnad av ortsammanbindande nät i länet sedan ett par år och någon kommun har också medfinansierat accessnät även om det hittills är ovanligt att en kommun bidrar ekonomiskt till detta.²⁵
7. Tänker och tycker att det är angeläget med det regionala perspektivet då merparten av ”vita fläckarna” finns på länsgränser och över kommungränser. Det finns också få offentligt ägda aktörer i Västmanland vilket innebär att man är mer beroende av marknaden förmåga. Marknaden agerar helst inte kommunvis utan behöver se till större kontext för att få ihop sitt intresse och affären. Utbyggnaden av 5G och mobila internetlösningar borde egentligen gynna utbyggnaden av fiber, men där verkar det snarare så att det inte finns en förståelse för att fiberutbyggnad är en förutsättning för

²¹ Region Gävleborg, 2022

²² Region Kalmar, 2022

²³ Region Uppsala, 2022

²⁴ Region Norrbotten, 2022

²⁵ Region Jämtland Härjedalen, 2022

utbyggnad av snabba mobila internetlösningar. Effekten blir att både det fasta och mobila blir eftersatt där det saknas fiberutbyggnad.²⁶

8. Regionen har inte tagit ställning men flertalet av våra kommuner har gjort det dock i olika grad och på olika sätt. En kommun upphandlade bredbandsutbyggnaden och finansierade därmed de olönsamma delarna av kommunen. En annan kommun valde tidigt att träffa långtgående samarbetsavtal med en kommersiell aktör om utbyggnad och andra kommuner har gett ägardirektiv till sina kommunala stadsnät om utbyggnad. En annan kommun arbetar löpande med flera aktörer och finansierar utbyggnaden av mobilt bredband. Över lag agerar Sörmlands kommuner proaktivt med sin utbyggnad men med olika strategier.²⁷

Särskilt dyra anslutningar och alternativ teknik

I flera kommuner finns det hushåll och företag som får en så hög anslutningskostnad för fiber att slutkunden och ibland till och med nätägaren måste tacka nej. Anslutningarna kan till och med vara så kostsamma att det skulle krävas oskäligt höga stödnivåer för att realisera en fiberutbyggnad. Det här är ett problem för de som berörs, särskilt eftersom det också ofta är i områden som har dålig mobiltäckning. Utformningen av de nationella stödprogrammen adresserar inte dessa slutanvändare och andra lösningar behövs. Möjligheterna att använda alternativa tekniker behöver utvärderas tillsammans med leverantörerna inklusive möjligheterna till offentligt stöd.

Förbättrad digital delaktighet

Parallellt med bättre täckning behöver anslutningsgraden i befintliga nät öka. Det är först när infrastrukturen används som digital delaktighet och nyttan med digitaliseringens möjligheter nås. Att möjliggöra digital delaktighet är också en viktig del i flera regioners och kommuners strategier. För många kommuner är bristande efterfrågan den främsta anledningen till att utbyggnaden avstannat. Det beror i sin tur ofta på bristande förmåga och kunskap samt ekonomiska begränsningar. Viktiga insatser är att höja den allmänna kunskapsnivån och sprida nyttan med digitalisering. Samordning av eventuella insatser bör ske med den regionala digitaliseringskoordinatören vilken har huvudansvaret för digital delaktighet.

10.6 Driftsäkerhet, robusthet och redundans

Samhällets digitalisering förutsätter tillförlitlig digital infrastruktur och kraven kommer att behöva skärpas successivt. Det handlar inte bara om driftsäkerhet och robusthet av fysisk infrastruktur utan även mjuk infrastruktur. Extra kostnader för ökad robusthet tillkommer i synnerhet vad gäller samhällskritiska tjänster.

Det är också viktigt att säkerställa redundanta förbindelser på många platser. Tillförlitlig infrastruktur ökar i betydelse, vilket har drivits på av pandemin, den snabba ökningen av cyberkriminalitet och nu det oroliga världsläget. De nationella reglerna ställer krav på nätägarna vad gäller driftsäkerhet och robusthet, bland annat PTS driftsäkerhetsföreskrifter. Reglerna varierar mellan olika aktörer och uppdateras kontinuerligt. En ökad förståelse för behovet och att diskutera detta med nätägare och myndigheter är viktiga insatser

²⁶ Region Västmanland, 2022

²⁷ Region Södermanland, 2022

tillsammans med att följa vad som händer på nationell och EU-nivå. Dessutom kan regioner och kommunerna höja sina egna krav i samband med utbyggnad och upphandlingar.²⁸

²⁸ A-focus, 2021

Bilaga B: Teknoekonomisk studie om scenarierna för bredbandsutbyggnad

Författare: Jie Li
Håkan Cavenius

Stockholm, juni 2022

RISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN

Box 857, 501 15 Borås

info@ri.se

RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Våra 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra teknologier, produkter och tjänster.

Sammanfattning

Denna studie omfattar analysen av kostnader, energiförbrukning och prestanda (i termer av nedlänkshastighet) av olika utbyggnadsscenarier för bredband, för de återstående hushåll och arbetsplatser i Kronobergs län som ännu inte har tillgång till bredband. Detta för att öka förståelsen vad som krävs för att nå de bredbandsmål för 2025 som regering satt upp, dvs att 98% av hushållen och arbetsplatserna ska ha minst 1 Gbps bredbandsaccess, och 99,9% ska ha minst 100 Mbps bredbandsaccess. Optisk fiber och 5G fixed wireless access (FWA) är de två tekniska lösningar som kan uppfylla dessa krav och som därför har studerats.

Analysen genomfördes både på hela Kronobergs länsnivå och på varje enskild kommunnivå. På hela Kronobergs länsnivå utvärderades, tillsammans med den fiberbaserade lösningen, 5G FWA-baserade scenarier med befintliga kommersiella makroceller, nyinstallerade mmWave små celler och hybrid makro- och små celler. Genom denna analys erhålls en översiktsskild av den totala kostnaden (inklusive både engångsinvesteringskostnad och löpande driftskostnad), energiförbrukning och slutanvändares nedlänkshastighet.

Trots det bör det noteras här att utbyggnadsscenarierna för bredband med hjälp av befintliga kommersiella makroceller är orealistiska att implementera eftersom de återstående hushållen/arbetsplatserna finns på avlägset belägna områden runt hela Kronobergs län, och det är omöjligt att "koncentrera" alla dessa hushåll/arbetsplatser under täckning av de begränsade antal befintliga kommersiella makroceller (byggda främst för 2G/3G/4G trådlösa mobilnät). Därför bör detta bredband utbyggnadsscenario endast betraktas som en "teoretisk" referens jämfört med andra praktiska scenarier. Följaktligen, på individuell kommunnivå genomfördes utvärderingar endast för bredband utbyggnadsscenarioer av ren fiber och 5G FWA med små celler.

Kronobergs län

De viktigaste utvärderingsresultaten för hela Kronobergs län är sammanfattade i tabellerna I & II nedan och illustreras av figurerna I-IV.

Tabell I Nyckelresultat för att nå målet 98%@1 Gbps för hela Kronobergs län

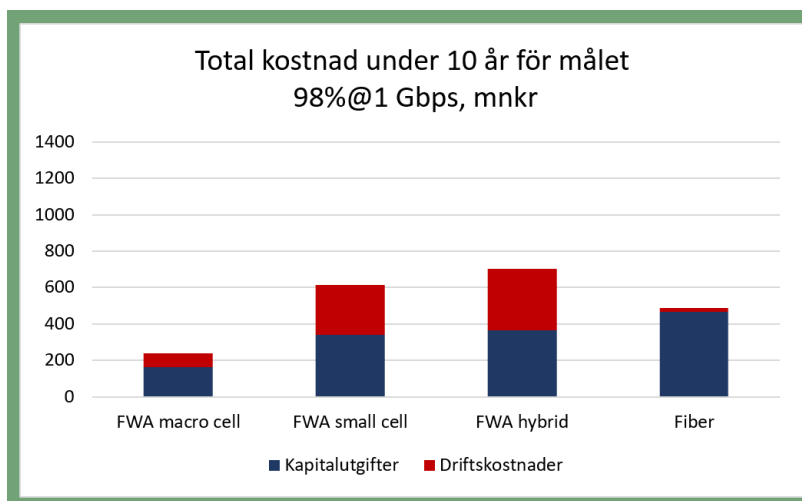
	Total kostnad under 10 år mkr			Total energiförbrukning under 10 år mn-kWh	Genomsnittlig nedladdningshastighet Mbps	
	total	Kapitalutgifter	Driftskostnader		tätbebyggt	glesbebyggt
Scenario 1, FWA macro cell	240	162	78	18.5	19	71
Scenario 2, FWA small cell	614	340	274	35.0	738	1280
Scenario 3, FWA hybrid	704	366	338	51.0	757	1351
Scenario 4, fiber	490	465	25	6.0	default symmetric Gbps	

Tabell II Nyckelresultat för att nå målet 99,9%@100 Mbps för hela Kronobergs län

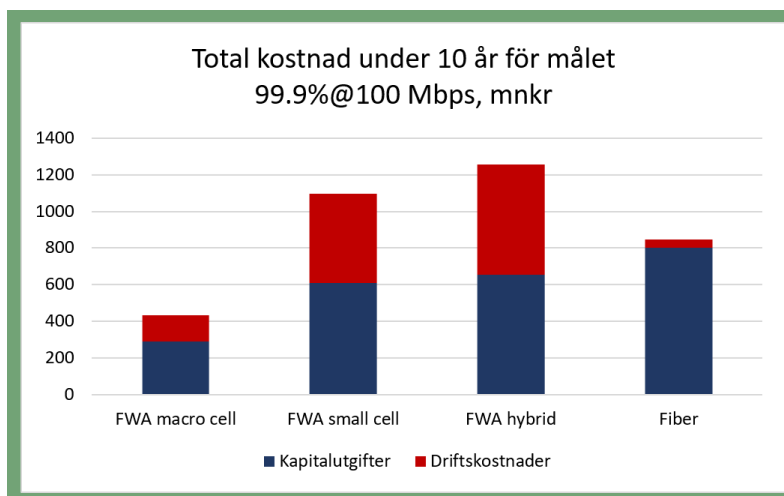
	Total kostnad under 10 år mdkr			Total energiförbrukning under 10 år mn-kWh	Genomsnittlig nedladdningshastighet Mbps	
	total	Kapitalutgifter	Driftskostnader		tätbebyggt	glesbebyggt
Scenario 1, FWA macro cell	431	290	141	33.1	19	73
Scenario 2, FWA small cell	1095	607	488	62.1	738	1280
Scenario 3, FWA hybrid	1257	653	604	91.0	757	1353
Scenario 4, fiber	846	803	43	10.5	default symmetric Gbps	

Från Tabell I & II kan vi sammanfatta som följande:

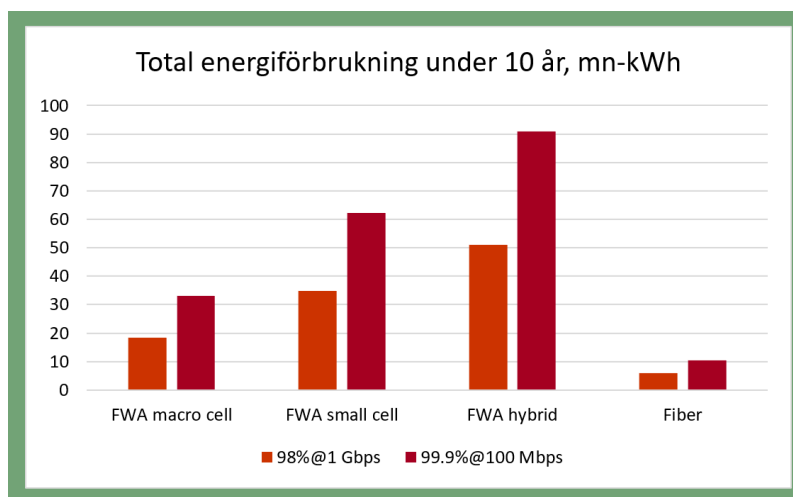
- För det rena fiberbaserade scenariot beräknas det krävas 465 miljoner kr för att nå målet på 98%@1 Gbps, och ytterligare 338 (dvs. 803-465) miljoner kr beräknas behövas för att nå målet på 99,9%@100 Mbps;
- När det gäller den totala kostnaden som inkluderar både engångsinvesteringen (Kapitalutgifter) och driftskostnaden under (en tänkt) 10-årsperiod, kommer den rena fiberbaserade scenariot att ha den lägsta kostnaden (bortsett från den "teoretiska" FWA som använder befintliga kommersiella makroceller), på grund av den höga driftskostnad-nivå av att använda FWA teknik;
- FWA som använder mmWave små celler kan stödja de riktade hushållen/arbetsplatserna på landsbygden med över 1 Gbps nedladdningshastighet, med relativt lägre Kapitalutgifter jämfört med ren fiber. Likväl, på grund av höga driftskostnader, förväntas FWA-lösningar medföra den högsta totala kostnaden över (en tänkt) 10-årsperiod. Dessutom kommer FWA som använder små celler att vara mer energikrävande, på grund av det stora antalet små celler som behöver utplaceras;
- FWA-lösningar har betydligt högre energiförbrukning än den rena fiberbaserade lösningen. Detta är särskilt bekymmersamt när det gäller både klimatförändringsutmaningarna och det dramatiskt ökade energi/elpriset.



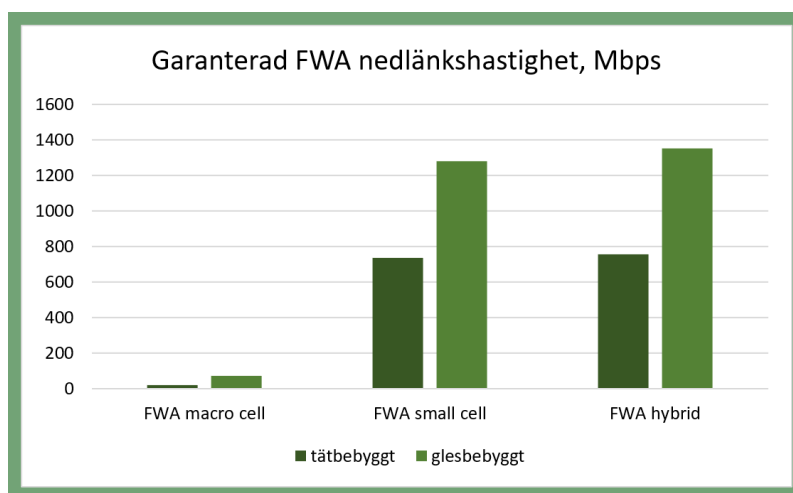
Figur I Total kostnad för målet 98%@1 Gbps Kronobergs län



Figur II Total kostnad för målet 99,9%@100 Mbps Kronobergs län



Figur III Total energiförbrukning Kronobergs län



Figur IV Garanterad FWA nedlänkshastighet

Resultat på individuell kommunnivå

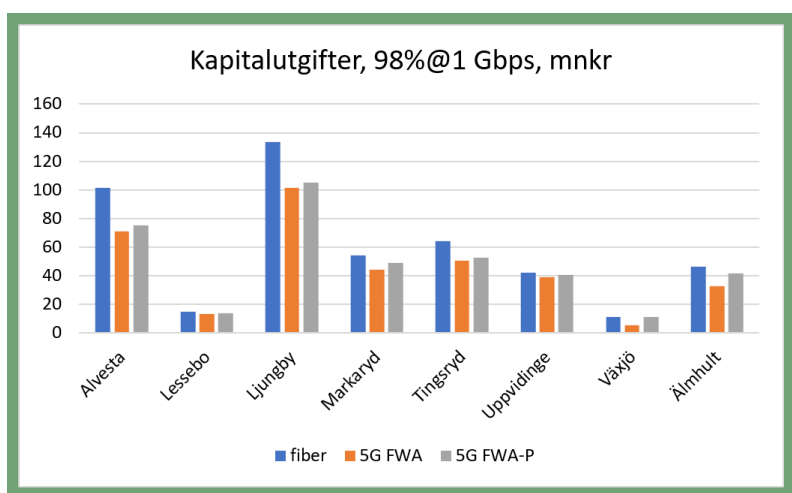
Som beskrivits ovan, för teknoekonomiska utvärderingar på varje individuell kommunnivå, beaktas endast ren fiber och FWA med små celler.

Total kostnad för att nå målet på 98%@1 Gbps

Tabell III och Figur V visar de totala Kapitalutgifter som krävs för att nå målet på 98%@1 Gbps för varje enskild kommun i Kronobergs län. Notera att i denna utvärdering, förutom de två rena fiber och 5G FWA scenarierna, ingår även ett ytterligare hybridscenario FWA-P (prestanda), baserat på utvärderingen av nedlänkhastighet för hela Kronobergs län, dvs. FWA-P är konstruerad genom att kombinera ren fiber i tätbebyggda områden och 5G FWA i glesbebyggda områden, för att ge garanterad 1 Gbps bredbandshastighet för de sista hushållen/arbetsplatserna i tätbebyggda orterna. Vi kan se att när det gäller de erforderliga Kapitalutgifter på kommunnivå kan Ljungby och Alvesta båda kräva över 100 miljoner kr för att nå målet på 98%@1 Gbps, medan Växjö bara kräver 11,5 miljoner kr, minst av alla kommuner. Det beror på att Växjö redan har en hög penetrationsgrad nära 98%, och behöver bara ytterligare 199 hushåll/arbetsplatser för att nå bredbandsmålet.

Tabell III Totala Kapitalutgifter, enskilda kommuner, 98%@1 Gbps mål

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr	5G FWA-P, mnkr
Alvesta	101.3	71.2	75.4
Lessebo	14.7	13.2	13.8
Ljungby	133.7	101.7	105.0
Markaryd	54.4	44.5	48.9
Tingsryd	64.4	50.4	52.8
Uppvidinge	42.4	39.0	40.6
Växjö	11.5	5.5	11.5
Älmhult	46.7	33.1	41.7



Figur V Totala Kapitalutgifter, enskilda kommuner, 98%@1 Gbps mål

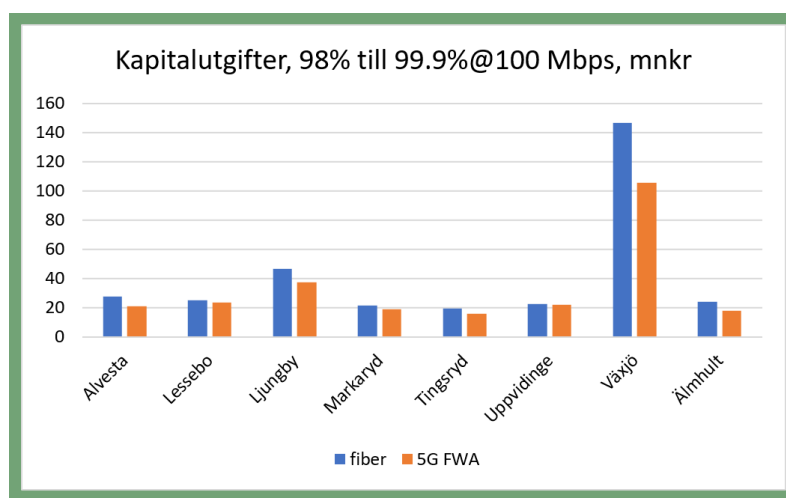
Dessutom, när det gäller de totala Kapitalutgifter och Driftskostnader under den tänkta 10-årsperioden, förväntas det rena fiberscenarioet ha den lägsta totala kostnaden, medan scenarier som använder 5G FWA förväntas medföra avsevärt ökade totala kostnader (se mer detaljer i avsnitt 15 i rapporten), vilket på liknande sätt kan illustreras av Figur I.

Total ytterligare kostnad för att nå målet på 99,9%@100 Mbps

Tabell IV och Figur VI visar de totala ytterligare Kapitalutgifter som krävs för att nå målet på 99,9%@ 100 Mbps. Observera här att eftersom 5G FWA med små celler kan ge över 100 Mbps garanterad nedlänkshastighet även i tätbebyggda områden, behövs inte längre kombinationsscenarioet 5G FWA-P för detta bredbandsmål. Vi ser att när det gäller varje enskild kommun så är det Växjö kommun som förväntas behöva större delen av investeringarna i förhållande till andra kommuner, huvudsakligen för de (relativt sett) största antalet återstående hushåll/arbetsplatser i glesbebyggda områden i Växjö. Dessutom, när det gäller de totala Kapitalutgifter och Driftskostnader över 10 år, förväntas det rena fiberscenarioet ha den lägsta totala kostnaden (se mer detaljer i avsnitt 15 i rapporten), vilket på liknande sätt manifesteras av Figur II.

Tabell IV Totala Kapitalutgifter, enskilda kommuner, 98%@1 Gbps till 99,9%@100 Mbps mål

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr
Alvesta	27.5	20.8
Lessebo	24.9	23.4
Ljungby	46.5	37.4
Markaryd	21.5	18.7
Tingsryd	19.3	15.7
Uppvidinge	22.6	21.8
Växjö	146.9	105.8
Älmhult	24.1	18.0



Figur VI Totala Kapitalutgifter, enskilda kommuner, 98%@1 Gbps till 99,9%@100 Mbps mål

Summary

This study performs the analysis on the cost, energy consumption and performance (in the term of downlink speed) of broadband buildout scenarios for the remaining households and workplaces in Kronoberg *län* that are yet to be passed in order to reach the Swedish government's 2025 broadband goals that 98% of the households and workplaces should have at least 1 Gbps broadband access, and 99.9% should have at least 100 Mbps broadband access. Optical fiber and 5G fixed wireless access (FWA) are the two technologies that are able to meet these speed requirements.

The analysis was carried both at the whole Kronoberg *län* level and at each individual *kommun* level. At the whole Kronoberg *län* level, alongside with the pure fiber-based solution, 5G FWA-based scenarios using existing commercial macro cells, newly installed mmWave small cells, and hybrid macro and small cells, were evaluated. Through this analysis, an overview picture of the total cost (including both one-time investment cost and running operational cost), energy consumption and end-user down link speed is obtained.

Even so, it should be noted here that broadband buildout scenarios using existing commercial macro cells are unrealistic to implement as the targeted remaining households/workplaces are located at remotely scattered areas around the whole Kronoberg region, and it's impossible to "concentrate" all the unpassed households/workplaces under these limited number of existing commercial macro cells (built primarily for 2G/3G/4G wireless mobile networks). Hence, this broadband buildout scenario should only be considered as an "theoretical" reference as compared to other practical scenarios. Accordingly, for cost and performance evaluations at the individual *kommun* level, only broadband buildout scenarios of pure fiber and 5G FWA using small cells are considered.

Kronoberg *län*

The key evaluation results for the whole Kronoberg *län* are summarized in tables I & II below and are illustrated by figures I- IV.

*Table I Key results to reach the 98%@1 Gbps goal for the whole Kronoberg *län**

	Total kostnad under 10 år mnr			Total energiförbrukning under 10 år mn-kWh	Genomsnittlig nedladdningshastighet Mbps	
	total	CAPEX	OPEX		tätbebyggt	glesbebyggt
Scenario 1, FWA macro cell	240	162	78	18.5	19	71
Scenario 2, FWA small cell	614	340	274	35.0	738	1280
Scenario 3, FWA hybrid	704	366	338	51.0	757	1351
Scenario 4, fiber	490	465	25	6.0	default symmetric Gbps	

Table II Key results to reach the 99.9%@100 Mbps goal for the whole Kronoberg län

	Total kostnad under 10 år mdkr			Total energiförbrukning under 10 år mn-kWh	Genomsnittlig nedladdningshastighet Mbps	
	total	CAPEX	OPEX		tätbebyggt	glesbebyggt
Scenario 1, FWA macro cell	431	290	141	33.1	19	73
Scenario 2, FWA small cell	1095	607	488	62.1	738	1280
Scenario 3, FWA hybrid	1257	653	604	91.0	757	1353
Scenario 4, fiber	846	803	43	10.5	default symmetric Gbps	

Main evaluation results for the whole Kronoberg län are summarized as the following:

- For the pure fiber broadband buildout scenario, 465 million kr are estimated to be required to reach the 98%@1 Gbps goal, and further 338 (i.e. 803-465) million kr are estimated to be required to reach the 99.9%@100 Mbps goal;
- In regarding the total cost incorporating both the one-time investment CAPEX and operational cost OPEX over 10 years, the pure fiber broadband access will incur the lowest cost (apart from the ‘theoretical’ FWA using existing commercial macro cells), due to the high OPEX level using FWA small cells;
- FWA using mmWave small cells can support the targeted households/workplaces in rural areas with over 1 Gbps download speed, with relatively lower CAPEX as compared to pure fiber. Nevertheless, due to high operational cost, FWA solutions using small cells are expected to incur the highest total cost over (an envisioned) 10-year period. In addition, FWA using small cells will be more energy consumptive, due to the large number of small cells that need to be deployed;
- FWA solutions have significantly higher levels of energy consumption than the pure fiber-based solution. This is of particular concern in regarding both the climate change challenges and the being dramatically increased energy (electricity) price.

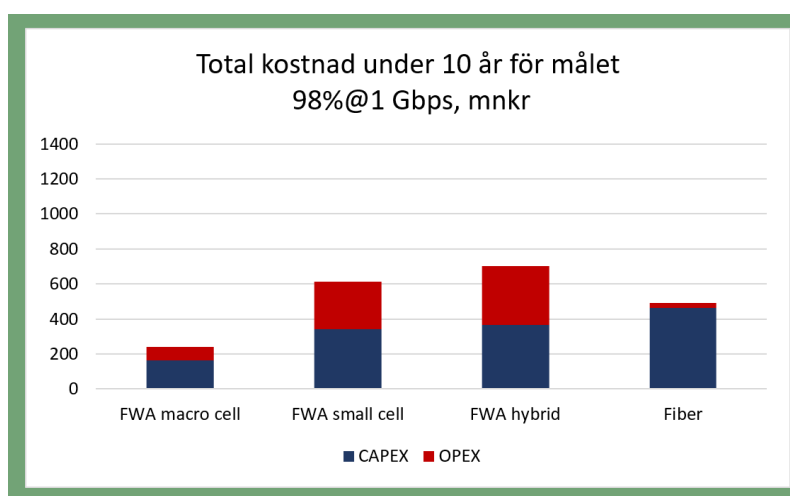


Figure I Total cost to reach the 99.9%@100 Mbps goal for the whole Kronoberg län

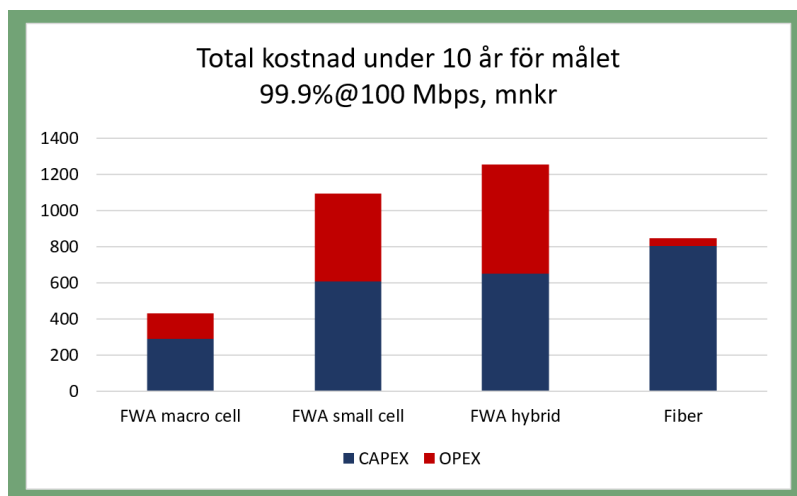


Figure II Total cost to reach the 99.9%@100 Mbps goal for the whole Kronoberg län

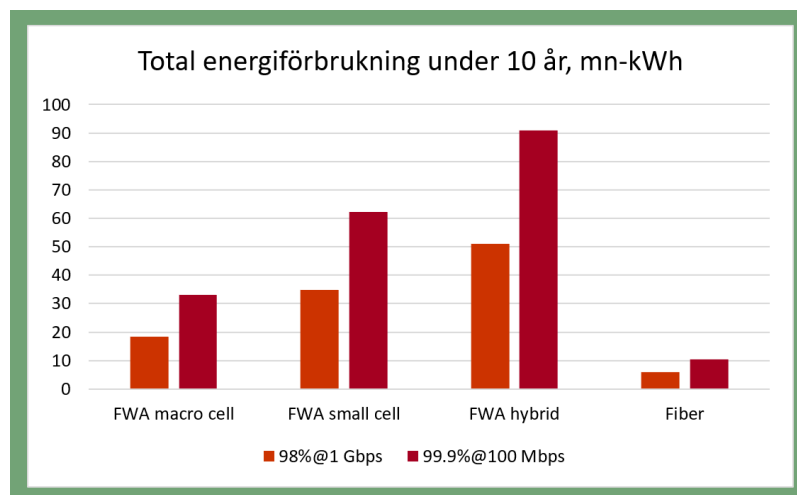


Figure III Total energy consumption for the whole Kronoberg län

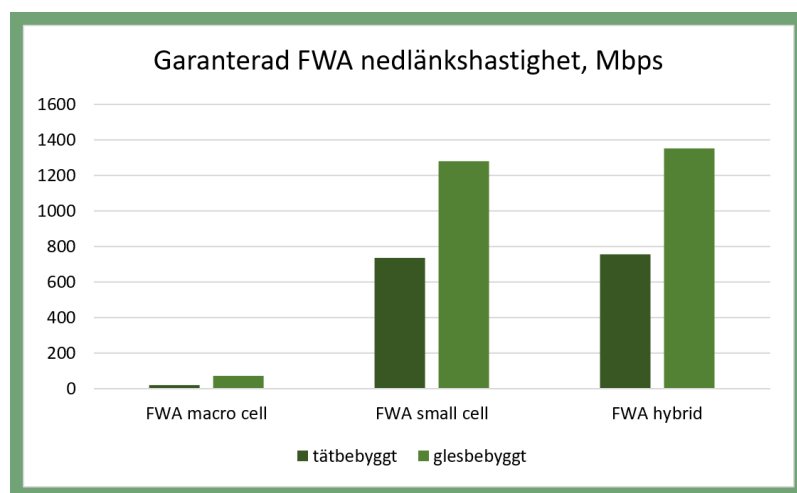


Figure IV Guaranteed FWA downlink speed

Results at individual *kommun* level

As described above, for techno-economic evaluations at the individual *kommun* level, only pure fiber and FWA using small cells are considered.

Total cost to reach the 98%@1 Gbps goal

Table III and Figure V show the total CAPEX required to reach the 98%@1 Gbps goal for each individual *kommun* in Kronoberg län. Note that in this evaluation, apart from the two pure fiber and 5G FWA small-cell broadband scenarios, an additional hybrid scenario FWA-P(performance) is also included, based on the downlink speed evaluation results for the whole Kronoberg län, i.e, FWA-P is constructed by combining pure fiber in urban areas and 5G FWA using small cells in rural areas, in order to provide guaranteed 1 Gbps broadband access speed for those last households/workplaces in urban areas. We can see that in regarding the required CAPEX at the *kommun* level, Ljungby and Alvesta both may require over 100 million kr to reach the 98%@1 Gbps goal, while Växjö requires just 11.5 million kr, the least among all the *kommuns*. This is because that Växjö already has a very high penetration rate close to the 98%@1 Gbps goal and needs just additionally 199 households/workplaces to reach the broadband target.

Table III Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr	5G FWA-P, mnkr
Alvesta	101.3	71.2	75.4
Lessebo	14.7	13.2	13.8
Ljungby	133.7	101.7	105.0
Markaryd	54.4	44.5	48.9
Tingsryd	64.4	50.4	52.8
Uppvidinge	42.4	39.0	40.6
Växjö	11.5	5.5	11.5
Älmhult	46.7	33.1	41.7

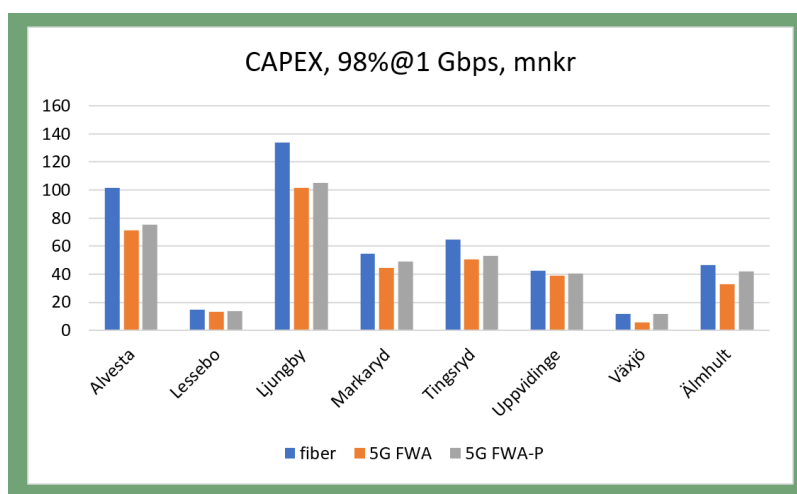


Figure V Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

Furthermore, in regarding the total CAPEX and OPEX over the envisioned 10-year period of time, the pure fiber scenario is expected to have the lowest total cost, while scenarios utilizing 5G FWA are expected to incur significantly increased total cost (see more details in section 15 in the report), as illustrated similarly by Figure I.

Total further cost to reach the 99.9%@100 Mbps goal

Table IV and Figure VI show the total further CAPEX required to reach the 99.9%@ 100 Mbps goal. Note here that since pure 5G FWA is able to provide over 100 Mbps guaranteed downlink speed even in urban areas, the 5G FWA-P combination scenario is no longer needed for this broadband penetration goal. We see that in regarding each individual *kommun*, it is the Växjö *kommun* that is expected to need most of the investment relative to other *kommuns*, mainly for those (relatively) largest number of unpassed households/workplaces in rural areas in Växjö. Furthermore, in regarding the total CAPEX and OPEX over 10 years, the pure fiber scenario is expected to have the lowest total cost (see more details in section 15 in the report), as manifested similarly by Figure II.

Table IV Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr
Alvesta	27.5	20.8
Lessebo	24.9	23.4
Ljungby	46.5	37.4
Markaryd	21.5	18.7
Tingsryd	19.3	15.7
Uppvidinge	22.6	21.8
Växjö	146.9	105.8
Älmhult	24.1	18.0

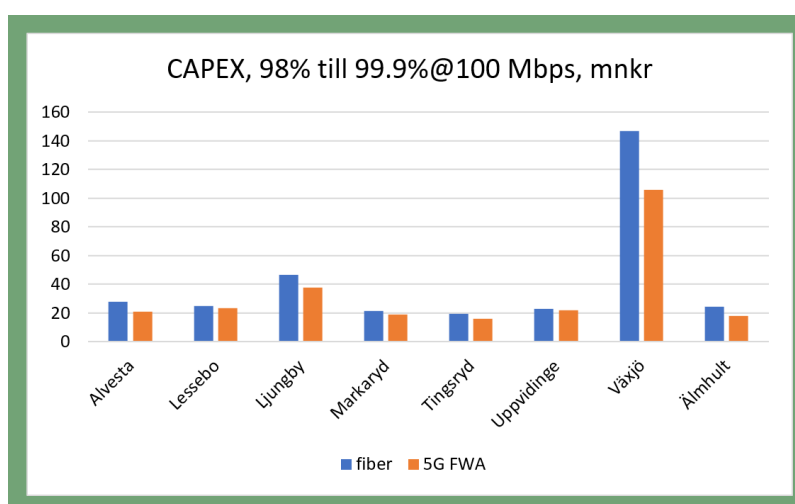


Figure VI Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

Table of contents

Sammanfattning.....	52
Summary	57
1 Introduction.....	63
2 Methodology	63
2.1 Overview of RISE techno-economic analysis methodology of broadband deployment	63
2.2 Relevant concept.....	64
2.2.1 Understanding the concept “access”	64
2.2.2 Understanding the concept “tätbebyggt” and “glesbebyggt”	64
2.3 Key parameter estimation.....	64
2.3.1 Targeted homes and workplaces.....	65
2.3.2 Estimated area and road length for targeted end users.....	66
2.4 Broadband buildout cost modelling.....	71
2.4.1 Cost elements for fiber deployment	71
2.4.2 Cost elements for FWA RAN.....	71
2.5 FWA capacity and power consumption	72
3 Evaluation implementation	73
3.1 Pure fiber-based solution.....	73
3.2 FWA solutions.....	74
3.2.1 Traffic backhauling using optical fiber	74
3.2.2 FWA using small cells	74
3.2.3 FWA using macro cells.....	75
3.2.4 FWA hybrid scenario.....	77
3.3 OPEX and total cost	77
4 Results Kronoberg län	77
4.1 CAPEX and OPEX.....	77
4.2 Total energy consumption	78
4.3 Average end-user speed.....	78
5 Results individual <i>kommun</i> level	79
5.1 Total cost to reach the 98%@1 Gbps goal	79
5.2 Total further cost to reach the 99.9%@100 Mbps goal.....	80

11 Introduction

This study performs the analysis on the cost, energy consumption and performance (in the term of download speed) of broadband buildout scenarios for the remaining households and workplaces in Kronoberg’s *län* that are yet to be passed in order to reach the Swedish government’s 2025 broadband goals that 98% of the households and workplaces should have at least 1 Gbps broadband access, and 99.9% should have at least 100 Mbps broadband access. Optical fiber and 5G fixed wireless access (FWA) are the two technologies that are able to meet these speed requirements.

The analysis was carried both at the whole Kronoberg *län* level and at each individual *kommun* level. At the whole Kronoberg *län* level, alongside with the pure fiber-based solution, 3 FWA-based scenarios using existing commercial macro cells, newly installed mmWave small cells, and hybrid macro and small cells, were evaluated, as outlined in Table 1. Through this analysis, an overview picture of the total cost (including both one-time investment cost and network operational cost), energy consumption and end-user down link speed is obtained. Even so, it should be noted here that scenarios involving 5G FWA using existing commercial macro cells (built primarily for 2G/3G/4G wireless networks) are in fact unrealistic to implement (in order to reach all the remaining households/workplaces located at remotely scattered areas around the whole Kronoberg *län*, see section 13.2.3). Hence, at each of the 8 individual *kommun* level, the analysis was carried out for the two realistic scenarios, i.e., pure fiber versus 5G FWA using mmWave small cells.

Table 1 Technical scenarios

Scenario 1	FWA using existing commercial macro cell sites
Scenario 2	FWA using newly installed mmWave small cells
Scenario 3	Hybrid FWA using existing macro cell sites densified with new small cells
Scenario 4	Pure fiber-based solution

12 Methodology

12.1 Overview of RISE techno-economic analysis methodology of broadband deployment

As illustrated in Figure 1, the methodology adopted by RISE for techno-economic assessment of broadband deployment follows 4 successive steps:

1. In step 1, the total number of targeted homes/workplaces to be passed by fiber or covered by FWA is calculated, based on the current level and the goal of broadband availability;
2. In step 2, the inhabited land area that the target homes/workplaces occupy and the total local road length to reach these homes/workplaces are estimated;
3. In step 3, the total length of fiber to be installed and the total number of FWA cells to be deployed are calculated. Note here that in calculating the total length of fiber to be installed we assume that the fiber installation is along the local road network reaching the targeted homes/workplaces;

4. In step 4 the total cost (including both one-time investment cost and network operational cost), energy consumption and end-user down link speed is calculated based on the respective broadband network elements and the network dimensions estimated in step 3.

Details of assessment in each step are described in following sections.

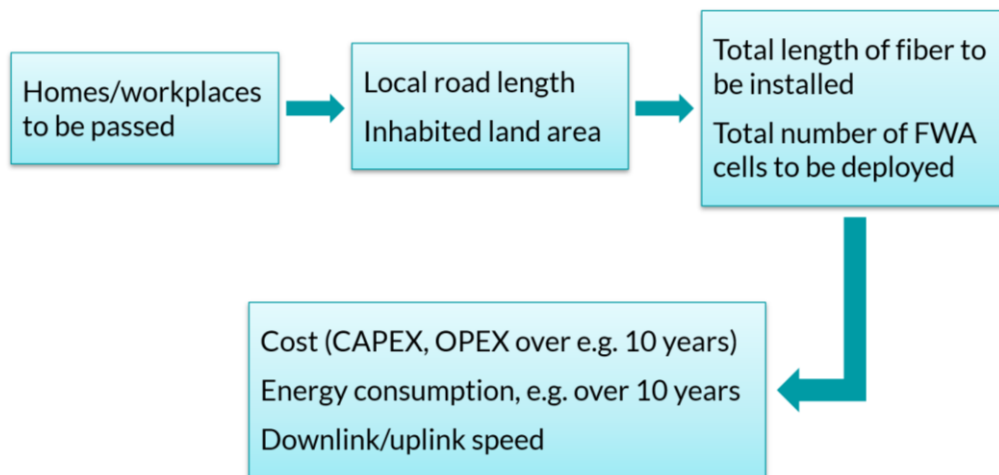


Figure 1 Overview of RISE techno-economic analysis methodology

12.2 Relevant concept

12.2.1 Understanding the concept “access”

This study follows PTS’s understanding²⁹ of the “access” to 1 Gbps, i.e., if a household or workplace is “passed” by fiber, or is within FWA coverage, it is regarded as having an “access” to fiber or FWA broadband. Accordingly, in this work we just consider the deployment and operational cost of fiber or FWA networks, and any cost associated with the end user, e.g. the cost of installing a fiber drop to a house, or the cost of installing a FWA antenna on the roof of a house, and other equipment and associated cost (e.g. energy consumption, equipment renewal etc.) at the end user side, are not included.

12.2.2 Understanding the concept “*tätbebyggd*” and “*glesbebyggd*”

In PTS broadband penetration statistics, apart from the total statistics, the corresponding statistics in urban (*tätbebyggd*) and rural (*glesbebyggd*) areas are also available. Still, it should be noted here that in PTS statistics, urban (*tätbebyggd*) area includes both “*tätort*”³⁰ and “*småort*”³¹, and rural (*glesbebyggd*) area refers to those outside “*tätort*” and “*småort*” areas. Accordingly, this study follows PTS’s definitions in the differentiation of urban (*tätbebyggd*) and rural (*glesbebyggd*) areas.

12.3 Key parameter estimation

²⁹ Metodbilaga - PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2021, Diarienummer 21-11281, Post- och telestyrelsen

³⁰ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/>

³¹ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/smaorter-arealer-befolkning/>

12.3.1 Targeted homes and workplaces

Accordingly to PTS's latest broadband availability statistics³², we use the parameter "*Tillgång till fast bredband om minst 1 Gbit/s, eller fiber i absoluta närheten (obs! inkluderar samma tekniker som 100 Mbit/s)*" to benchmark the latest status of broadband availability in Kronoberg län for the two 2025 broadband goals (98%@1 Gbps and 99.9%@100 Mbps). Table 2 shows the calculated total number of households and workplaces that are yet to be passed by fiber or covered by 5G FWA in the whole Kronoberg län for the whole Kronoberg län for the two major 2025 broadband goals, respectively (in referring to the 100% availability from comparison). The calculations are carried out following the following procedures:

1. Total number of households was extracted from *Kommun- och landstingsdatabasen, Kolada- Antal hushåll 31/12 år 2021*;
2. Total number of workplaces was extracted from *SCB:s Företagsregister - Antal arbetsställen november 2021 fördelat på kommun och storleksklass*;
3. Total number of households and workplaces that don't have 1 Gbps broadband access or have not been passed by fiber were then calculated;
4. Assuming that the least-cost principle applies in order to reach the 98% @ 1 Gbps and 99.9%@100 Mbps goals, i.e., the households and workplaces that are located in the most remote part in rural areas will thus be those that are not prioritized. This also implies that all the unpassed homes and workplaces in urban areas are to be targeted to reach the goals;
5. Another modification is that, according to *SCB:s Företagsregister*, there are 1372525 workplaces in Sweden, of which 969914 have no employees. These no-employee workplaces are most likely registered by home-run companies that use their homes as the actual workplaces. In order to count this overlapping effect, we assume that 80% of those workplaces with no employees are actually home-based, hence there is no need for double-connection or double-coverage to these workplaces.

Table 3 shows the targeted households/workplaces relative to the total number of households & workplaces in urban and rural areas, respectively, for the two major 2025 broadband goals in the whole Kronoberg län (the corresponding parameter values for 100% availability is also shown for comparison).

The total number of targeted households and workplaces shown in Table 2 and Table 3 are calculated in order to address the following two aspects in this study:

1. to estimate the total area that are to be covered by FWA, or the total road length (and hence the total length of new fiber that needs to be installed), both in urban and rural areas, as described in the section below;
2. to compare the average cost and performance per targeted household/workplace between the studied scenarios as listed in Table 1.

Table 2 Targeted homes and workplaces

Kronoberg län

³² <https://www.pts.se/sv/dokument/rapporter/internet/2022/pts-mobiltacknings--och-bredbandskartlaggning-2021-pts-er-202219/>

100% availability	totalt	tät	gles
total households unpassed targeted	4776	1289	3487
total workplace unpassed targeted	1055	177	878
total to be passed	5831	1466	4365
99.9% availability	totalt	tät	gles
total households unpassed	4776	1289	3487
total workplace unpassed	1055	177	878
total households unpassed targeted	4682	1289	3393
total workplace unpassed targeted	1044	177	867
total to be passed (0.1% unpassed only rural)	5726	1466	4261
98% availability	totalt	tät	gles
total households unpassed targeted	2907	1289	1619
total workplace unpassed targeted	832	177	655
total to be passed (2% unpassed only rural)	3739	1466	2274

Table 3 Targeted households/workplaces relative to the total number of households & workplaces in urban and rural areas, respectively

Kronobergs län			
100% availability	Net targeted	0% untargeted	Total unpassed
<i>Tätbebyggt</i>	1.7%	0	1.7%
<i>Glesbebyggt</i>	21.7%	0	21.7%
99.9% availability	Net targeted	0.1% untargeted	Total unpassed
<i>Tätbebyggt</i>	1.7%	0	1.7%
<i>Glesbebyggt</i>	21.2%	0.5%	21.7%
98% availability	Net targeted	2% untargeted	Total unpassed
<i>Tätbebyggt</i>	1.7%	0	1.7%
<i>Glesbebyggt</i>	11.3%	10.4%	21.7%

12.3.2 Estimated area and road length for targeted end users

In order to cost the studied technical scenarios, two key parameters are needed: the total area that needs to be covered by FWA for the targeted end users, and the total length of local roads that connect these end users. These two parameters determine the total number of FWA cells, and the total length of newly installed fibers.

12.3.2.1 Targeted area

In order to estimate the total area that the targeted end users utilize, we use statistics from SCB of the total developed area in Sweden, both in urban and rural areas.

12.3.2.1.1 Total developed area

Table 4 shows the developed area in the whole Kronoberg's *län* and its 8 *kommuns*. All the values were extracted from SCB's respective statistics. More specifically, the total developed area for each *kommun* is directly available from SCB³³, while urban areas (including both *tätort* and *småort*) at the *kommun* level are the calculated total values of all the *tätort* and *småort* land areas in a *kommun*^{34,35} scaled by 70%, since according to SCB 37% of urban land area at year 2000 was undeveloped³⁶.

Table 4 Developed area in Kronoberg län and its 8 kommuner

	Totalt (km ²)	Tätbebyggt (km ²)	Glesbyggt (km ²)
Kronoberg län	373.7	114.3	259.4
Alvesta	44.8	11.8	33.0
Lessebo	16.8	6.5	10.3
Ljungby	72.8	17.5	55.3
Markaryd	27.5	8.93	18.5
Tingsryd	47.5	10.7	36.8
Uppvidinge	35.2	9.0	26.2
Växjö	89.3	38.7	50.6
Älmhult	39.9	11.2	28.7

12.3.2.1.2 Targeted developed area

In order to estimate the total area that the targeted end users utilize, we use published studies³⁷ on the population distribution modelling which states that:

- urban land area (A) increases proportionally to population size (P) raised to a power (n)— i.e. $A \propto P^n$

while n is usually at ~ 2. Accordingly, in this study, we estimated the targeted areas in urban and rural areas with the following treatment:

- for urban areas, the power of n was set at 2;
- for rural areas, we assume that the power distribution still holds, but to a relatively lower degree, and was set at 1.5.

³³ SCB: Bebyggd mark i hektar efter region, markanvändningsklass och vart 5:e år

³⁴ SCB: Statistiska tätorter 2020, befolkning och landareal per tätort och kommun

³⁵ SCB: Statistiska småorter 2020, befolkning och landareal per småort och kommun

³⁶ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/pong/publikationer/markanvandningen-i-tatorter-2000-och-forandringar-19952000/>

³⁷ Urban Studies, Vol. 44, No. 10, 1889–1904, September 2007, "Urban Land Area and Population Growth: A New Scaling Relationship for Metropolitan Expansion"

Table 5 shows the estimated total area to cover both for urban and rural areas in Kronoberg län, using the corresponding statistics in Table 3 and Table 4, respectively. Note here that in the estimation, the targeted end users are considered as those that are located in the most remote part of the urban and rural areas, i.e., all the households/workplaces that have been passed by fiber are assumed being located at the least remote urban and rural areas.

Table 5 Total targeted area in Kronoberg län

Kronoberg län		
100% availability	Targeted area (km ²)	note
<i>Tätbebyggt</i>	3.9	$114.3*(1-(1-1.7\%)^2)$
<i>Glesbebyggt</i>	79.6	$259.4*((1-(1-21.7\%)^{1.5}))$
99.9% availability	Targeted area (km ²)	note
<i>Tätbebyggt</i>	3.9	$114.3*(1-(1-1.7\%)^2)$
<i>Glesbebyggt</i>	77.6	$259.4*((1-(1-21.7\%)^{1.5})-(1-(1-0.5\%)^{1.5}))$
98% availability	Targeted area (km ²)	note
<i>Tätbebyggt</i>	3.9	$114.3*(1-(1-1.7\%)^2)$
<i>Glesbebyggt</i>	40.3	$259.4*((1-(1-21.7\%)^{1.5})-(1-(1-10.4\%)^{1.5}))$

12.3.2.2 Targeted road length

12.3.2.2.1 Total local road length

In Sweden the road network is divided into three categories according to the maintaining responsibilities:

- *statliga vägar*
- *kommunala vägar*
- *enskilda vägar*

Table 6 and Table 7 show the corresponding road lengths for *kommunala vägar*³⁸ and *statliga vägar*³⁹ of the 8 *kommuns* and the whole Kronoberg län, together with the relative ratios of each *kommun*'s road length to that of the whole Kronoberg län.

In regarding *enskilda vägar*, on the other hand, according to SCB⁴⁰, in Sweden:

De enskilda vägarna är längst med totalt ca 433 000 km. Majoriteten av de enskilda vägarna är skogsbilvägar som används för att avverka skog, men också vägar inom samfälligheter är vanligt förekommande.

In Kronoberg län the total *enskilda väg* length is 19300 km, over 15 times more than the total *kommunala väg* length. Apparently, in order to estimate the total road length that actually reached the targeted end user, i.e., permanent households or a workplaces, it's more

³⁸ Kolada nyckeltal: Totalt antal kommunal bilväg i kommunen. Källa: Trafikverket (NVDB)

³⁹ SCB: Vägglängd i km efter region, väghållare och år

⁴⁰ https://share.scb.se/OV9997/data/MIO816_2010A01_SM_MI21SM1301.pdf

appropriate and feasible to utilize the sub-category *Statsbidragsberättigad enskild väg*⁴¹. According to Region Kronoberg⁴² there are 3900 km *Statsbidragsberättigad enskilda vägar* in Kronoberg län. Nevertheless, how these 3900 km *enskilda vägar* are distributed in each of its 8 *kommuns* lacks accurate information. Even so, in referring to the relative ratios of each *kommun*'s road length to that of the whole Kronoberg län for *kommunala* and *statliga vägar*, one may estimate the corresponding ratios for those *Statsbidragsberättigad enskilda vägar*. Table 8 shows the estimated lengths of *Statsbidragsberättigad enskilda vägar* for each of the 8 *kommuns* using the average of the relative ratios for *kommunala* and *statliga vägar*. Note here that, based on this estimation, the resulting techno-economic analysis on both Kronoberg län and the individual *kommun* levels suggest that this estimation is indeed a reasonable approach adopted, see more details in section 15.1.

Table 6 Kommunala väg in Kronoberg län

	Kommunala väg (km)	Actual ratio
Alvesta	118	9.5%
Lessebo	86	6.9%
Ljungby	192	15.5%
Markaryd	95	7.6%
Tingsryd	90	7.2%
Uppvidinge	93	7.5%
Växjö	441	35.5%
Älmhult	128	10.3%
Totalt Kronoberg	1242	100%

Table 7 Statlig väg in Kronoberg län

	Statlig väg (km)	Actual ratio
Alvesta	514	13.4%
Lessebo	140	3.6%
Ljungby	858	22.4%
Markaryd	269	7.0%
Tingsryd	514	13.4%
Uppvidinge	361	9.4%
Växjö	818	21.3%
Älmhult	364	9.5%
Totalt Kronoberg	3838	100%

Table 8 Statsbidragsberättigad enskild väg in Kronoberg län

	Statsbidragsberättigad enskild väg (km)	Adopted ratio
Alvesta	446	11.4%

⁴¹ <https://www.trafikverket.se/tjanster/ansok-om/ansok-om-bidrag/ansok-om-bidrag-for-enskild-vagar/Vagkategori-A-F/>

⁴² Region Kronoberg: Länstransportplan för Kronobergs län 2022–2033

Lessebo	206	5.3%
Ljungby	738	18.9%
Markaryd	285	7.3%
Tingsryd	402	10.3%
Uppvidinge	330	8.5%
Växjö	1108	28.4%
Älmhult	386	9.9%
Totalt Kronoberg	3900	100%

12.3.2.2.2 Targeted local road length

Based on total local road lengths in Table 6 and Table 8, we calculate the targeted total local road length according to the following:

- *Kommunala vägar* are considered only as local roads reaching households and workplaces in *tätbebyggt* areas;
- *Enskilda vägar med statsbidrag* are considered mainly connecting a permanent household or a workplace in *glesbebyggt* areas⁴³. Even so, a part of them still could belong to (the most remote part of) *tätbebyggt* area, or could be roads reaching for e.g. a non-permanent *fritidshus*. Hence, in this study, we assume that 5% of *enskilda vägar med statsbidrag* belong to *kommunala vägar* network reaching permanent households and workplaces in *tätbebyggt* area, and 5% more are those for reaching *fritidshus etc.* that are not included in broadband goals 2025. Furthermore, we assume that those remaining households and workplaces in *tätbebyggt* areas occupy additional *enskilda vägar* with the average road length corresponding to one-fourth of *småort* maximum household distance (i.e. 150/2/2 meters), assuming those households/workplaces are on both sides of *enskilda vägar* that reach them.

In order to estimate the total road length for the targeted end users, we assume the same principle for the road length distribution with population as for the area, i.e., for urban and rural areas, road length increases proportionally to population size (P) raised to a power of n at 2 and 1.5, for urban and rural areas, respectively. Table 9 shows the corresponding estimated total targeted local road lengths for Kronoberg län.

Table 9 Total targeted local road length Kronoberg län

Kronoberg län	
100% availability	Targeted road length (km)
<i>Tätbebyggt</i>	104.4
<i>Glesbebyggt</i>	980.2

⁴³ <https://www.trafikverket.se/tjanster/ansok-om/ansok-om-bidrag/ansok-om-bidrag-for-enskild-vagar/Vagkategori-A-F/>

99.9% availability	Targeted road length (km)
<i>Tätbebyggt</i>	104.4
<i>Glesbebyggt</i>	955.4
98% availability	Targeted road length (km)
<i>Tätbebyggt</i>	104.4
<i>Glesbebyggt</i>	405.7

12.4 Broadband buildout cost modelling

The cost modelling of the studied technical scenarios consists of two parts, i.e., fiber deployment, and the radio access network (RAN).

12.4.1 Cost elements for fiber deployment

Table 10 lists the basic cost elements in deploying fiber active optical networks (AON), based on the model developed by RISE in the ESA project OCEAN⁴⁴.

Table 10 Cost elements of fiber deployment

Cost item	CAPEX (€)	Annual change
Cost per M1 of planning cost	0.25	
Cost per M1 for right of passage and other authorizations	0.30	
Cost per M1 of digging works	30.00	3%
% of increase in construction cost due to re-paving	100%	
Cost per M1 of installation works (blowing cable, splicing, measurements)	7.00	
Cost per M1 for material for passive infrastructure	10.00	
Cost per M1 for surveying and public cadastral registration	1.00	
Cost of acquisition or setting up the spaces for network's nodes	10 000	
Cost of network active equipment on the node, AON	20 000	

12.4.2 Cost elements for FWA RAN

In this study, cost elements for 5G FWA RAN are based on two case studies in Britain and the Netherlands^{45 46}. Table 11 and Table 12 outlines the corresponding cost items for the macro cell 5G multicarrier upgrade, and 5G small cells, respectively.

⁴⁴ <https://artes.esa.int/projects/ocean>

⁴⁵ Telecommunications Policy 42 (2018) 636–652, "The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain"

⁴⁶ Telematics and Informatics 37 (2019) 50–69, "Assessing the capacity, coverage and cost of 5G infrastructure strategies: Analysis of the Netherlands"

Table 11 Cost elements of macro cell 5G upgrade

	CAPEX (€)	CAPEX annual change	OPEX annual (€)	OPEX annual change
5G multicarrier BS	46200	-3%	4400	-5%
Additional carrier on current BS	16950	-3%	2000	
Civil works	20300	3%		
Site rental			5650	3%
core upgrade	10% of RAN and backhaul upgrade cost			

Table 12 Cost elements of 5G small cell

	CAPEX (€)	CAPEX annual change	OPEX annual (€)	OPEX annual change
Small cell equipment	2800	-3%	400	-3%
Small cell civil works	15000	-5%	400	
Small cell site rental, urban			5650	
Small cell site rental, rural			2825	
core upgrade	10% of RAN and backhaul upgrade cost			

12.5 FWA capacity and power consumption

In this study, in order to obtain an indicative performance estimation for technical scenarios involving FWA, a hypothetical spectrum portfolio is envisioned, as shown in Table 13, following the case study in Ericsson’s FWA handbook⁴⁷. In Table 13, the expected spectral efficiency, both for a single beam using SU-MIMO and for the sector total using MU-MIMO are listed, based on Ericsson’s latest field trial results⁴⁸ and 3GPP’s self evaluation study⁴⁹.

Based on the spectrum portfolio and the corresponding expected spectral efficiency, we may calculate both single beam and sector downlink capacities in the term of the total throughput, as shown in Table 14. Note here that the single beam throughput determines the maximum end user download speed when the beam capacity is consumed by one end user. On the other hand, the total sector throughput determines the average download speed for all the end users covered by the sector. Note also here is that for macro cells, we just consider carriers at midband and below. For carriers above midband, only small cells are considered, in

⁴⁷ Fixed Wireless Access handbook, Ericsson 2019

⁴⁸ GS Sickand: "Fixed Wireless Access - Path to Economical Rural Broadband", Ericsson, July 2019

⁴⁹ 3GPP: "Study on self evaluation towards IMT-2020 submission", 3GPP TR 37.910 V16.0.0 (2019-06)

considering that, on the one hand, in rural areas where the macro cell inter-site-distance (ISD) is large (see section 13.2.3) mmWave signals can not reach all the end users with good signal-to-noise/interference-ratio (SNIR). On the other hand, in urban areas the physical environmental conditions e.g. a building block also limit the reach of mmWave signals despite the relative short macro cell ISD.

In regarding the power consumption, Table 15 listed power parameter values used in this study. For small cells, the parameter value is based on published pre-study on the energy efficiency of 5G small cell networks⁵⁰. Based on the same principle that the use of MIMO doubles the power consumption, for macro cells we assume that the total power of a 5G macro cell doubles that of a 4G LTE cell⁵¹

Table 13 FWA spectrum portfolio and expected spectral efficiency

Carrier band	Total Bandwidth (MHz)	Single beam Spectral efficiency, bps/Hz	Sector spectral efficiency MU-MIMO, bps/Hz
LTE band 1 (Below 3 GHz)	20	5	40
LTE band 2 (Below 3 GHz)	20	5	40
Midband (e.g. 3.5 GHz)	50	5	40
Midband (e.g. 3.8 GHz)	50	5	40
mmWave band (e.g. 26 GHz)	200	4	30
mmWave band (e.g. 28 GHz)	200	4	30

Table 14 Macro and small cell sector downlink capacities

	Carrier bands	Single beam DL throughput (4:1 DL/UL), Gbps	Sector DL throughput (4:1 DL/UL), Gbps
Macro cell	midband and below	0.6	4.8
Small cell	mmWave	1.28	9.6

Table 15 Macro and small cell power

	Macro cell	Small cell
Unit power, watt	15000	1600

13 Evaluation implementation

In this study, the cost, energy consumption and performance evaluation are carried out for urban (*tätbebyggd*) and rural (*glesbebyggd*) areas separately, in regarding the differentiations of geographical and demographical features between them.

13.1 Pure fiber-based solution

⁵⁰ X. Ge etc., “Energy Efficiency Challenges of 5G Small Cell Networks”, IEEE Communications Magazine (Volume: 55, Issue: 5, May 2017)

⁵¹ <https://artes.esa.int/projects/ocean>

For the pure fiber-based solution, the following treatments are taken in implementing the evaluation:

- For urban areas, the installed fiber length is increased by 20% as compared to the total estimated road length in Table 9, by assuming that fiber needs to be installed on both sides of the street roads corresponding to 20% of the total targeted road length in (the last part of) urban areas, in accordance with PTS's definition of "home passed"⁵²;
- For rural areas, on the other hand, the increase of the installed fiber length is considered at a significantly lower level at 10%, i.e., fiber just needs to be installed on one side of the road for most of the households or workplaces in rural areas;
- In urban areas, 70% of digging is assumed to take place on paved surfaces (i.e., requiring re-paving of the street/road after digging), while in rural areas, just 30% of digging is assumed needing re-paving.

13.2 FWA solutions

13.2.1 Traffic backhauling using optical fiber

For the three FWA based solutions, in considering the goal to provide the targeted end users with 0.1 – 1 Gbps speed, the general consensus is that traffic back hauling using optical fiber is needed⁵³.

13.2.2 FWA using small cells

For FWA using small cells, the key parameter is the maximum coverage of a small cell, which is set at 0.20 km⁵⁴. This results in an inter-site-distance (ISD) of 0.34 km. The total number of small cells required is the ratio of the total targeted area (as shown in Table 5) divided by the coverage area of each small cell, as shown in Table 16.

For the data traffic back hauling the total required length of fiber installation is estimated as the total small cell ISD plus the targeted local road length required to reach those targeted *tätort/småort* in urban areas, while in rural areas it is estimated as the total targeted road length (see Table 9) deducted by the total local road length under the small cell coverage by assuming that the average distance to the small cell site for each household/workplace is half of the maximum coverage range, i.e., 0.1 km. Furthermore, 70% of all the digging for building the fiber backhaul network is assumed requiring re-paving in urban areas, and 30% of that requiring re-paving in rural areas, respectively. In addition, the site rental cost is assumed to be 50% lower in rural areas than in urban areas.

Note here also that in Table 16 the average number of households/workplaces covered by each cell is also listed. This parameter is import in the evaluation of the average download speed that each end user can expect. One can see that while in urban areas each small cell

⁵² Rapport: PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2018, PTS-ER-2019:5, Post- och telestyrelsen

⁵³ Telecommunications Policy 42 (2018) 636–652, "The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain"

⁵⁴ Telematics and Informatics 37 (2019) 50–69, "Assessing the capacity, coverage and cost of 5G infrastructure strategies: Analysis of the Netherlands"

covers an average up to 39 households/workplaces, in rural areas each small cell just covers in average 6 households/workplaces.

Table 16 Small cell parameters Kronoberg län

Kronoberg län			
99.9% availability	ISD (km)	Number of sites	Average number of end users per cell
<i>Tätbebyggt</i>	0.34	38	39
<i>Glesbebyggt</i>	0.34	747	6
98% availability	ISD (km)	Number of sites	Average number of end users per cell
<i>Tätbebyggt</i>	0.34	38	39
<i>Glesbebyggt</i>	0.34	387	6

13.2.3 FWA using macro cells

In order to evaluate the FWA solution using existing macro cells, the key parameter is the number of existing macro cells that are to be utilized. In doing this, we estimate that for a typical operator in Sweden, the existing commercial macro cells amounts to 8000 according to Analysys Mason ⁵⁵. Furthermore, of these 8000 macro cells, ~ 6000 belong to the urban area, while the rest are located in rural areas⁵⁶, as shown in Table 17.

In order to estimate the total number of existing macro cells that are located in areas occupied by the targeted households and workplaces, we adopted the following approach:

- in urban areas, we assume each macro cell cover the same amount of end users, i.e., the number of macro cells scales proportionally to the number of households and workplaces;
- in rural areas, we assume that each macro cell covers the same amount of area, in considering that the coverage of existing mobile networks is prioritized than the performance in rural areas.

Based on these assumptions, we may estimate the total number of existing commercial macro cells that can be used for our targeted end users in Kronoberg län, as shown in Table 18. We see here that under our estimation, only 2 existing commercial macro cell site might be utilized in urban areas, and further 22 macro cell sites might be utilized in rural areas for the whole Kronoberg län's region. Apparently, this scenario is unrealistic to implement as the targeted remaining households/workplaces are located at remotely scattered areas around the whole region, and it's impossible to "concentrate" all the unpassed households/workplaces under these limited number of existing commercial macro cells (built primarily for 2G/3G/4G wireless networks). In this sense, this broadband buildout scenario should be considered as an "theoretical" reference as compared to other practical scenarios, i.e., pure fiber or using small cells.

⁵⁵ Analysys Mason: Critical communications for public protection and disaster relief, 28.2.2018

⁵⁶ Reference data source: SSNF's macro cell database

Table 17 Total number of existing commercial macro cells in Sweden

	Number of exiting commercial macro cells
Total	8000
<i>Tätbebyggt</i>	6000
<i>Glesbebyggt</i>	2000

Table 18 Total number of existing commercial macro cells to be utilized Kronoberg län

Kronoberg län		
100% availability	Number of cells	note
<i>Tätbebyggt</i>	2	6000*0.032%*
<i>Glesbebyggt</i>	22	2000*(79.6/7157)**
99.9% availability	Number of cells	note
<i>Tätbebyggt</i>	2	6000*5.7%
<i>Glesbebyggt</i>	22	2000*(77.6/7157)
98% availability	Number of cells	note
<i>Tätbebyggt</i>	2	6000*5.7%
<i>Glesbebyggt</i>	11	2000*(40.3/7157)

*0.032%: total number of unpassed households/workplaces in urban areas in Kronoberg län relative to the total households/workplaces in urban areas in Sweden

**7157: total developed rural areas (km²) in Sweden

Table 19 lists macro cell parameters for Kronoberg län. We set the ISD for *urban* and rural (*glesbebyggt*) areas at 8.0 and 10.0 km, respectively, using the corresponding typical indicative values in Sweden⁵⁷. Note here that we assume the two “theoretical” macro cites are only located in *småort* area. Table 19 also shows the average number of households/workplaces covered by each macro cell. This parameter is used in the evaluation of the average download speed that the FWA network can provide to the covered end users.

Table 19 Macro cell parameters Kronoberg län

Kronoberg län			
99.9% availability	ISD, km	Number of sites	Average number of end users per cell
<i>Tätbebyggt (småort)</i>	8.0	2	767
<i>Glesbebyggt</i>	10.0	22	196
98% availability	ISD, km	Number of sites	Average number of end users per cell
<i>Tätbebyggt (småort)</i>	8.0	2	767

⁵⁷ Reference data source: SSNF’s macro cell database

<i>Glesbebyggd</i>	10.0	11	202
--------------------	------	----	-----

In the calculation of the total fiber backhaul cost, due to possible route curving between cell sites the installed total fiber length is assumed to be increased by 50% for *småort*, and 20% for rural areas of the total macro cell ISD, respectively. Furthermore, all the digging for building the fiber backhaul network is assumed requiring re-paving in urban areas, and 70% of that requiring re-paving in rural areas, respectively.

13.2.4 FWA hybrid scenario

For the hybrid scenario, the total cost is evaluated with the following considerations:

- The total site rental cost for small cells is deducted by the total number of macro cell sites, as those small cells targeting end users close to the macro cell site are envisioned to share the same site with the existing macro cells;
- The total fiber backhaul network cost is determined by the small cell network, as fiber is needed to connect all the small cells.

13.3 OPEX and total cost

In this study, apart from the total one-time investment, CAPEX, we also evaluate the envisioned operational cost OPEX that consists of the following 3 parts:

1. Energy consumption
2. Equipment and network node maintenance cost
3. FWA macro/small cell site rental cost

In order to obtain a full picture of the cost, we evaluate the total cost of CAPEX and OPEX over a 10-year period of time. In the calculation of total OPEX, the cost items are adjusted according to their annual change rates as shown in Table 11 and Table 12. In addition, in calculating the CAPEX, the deployment of the studied networks is assumed to be carried out over 5 years. Accordingly the cost items (equipment and civil work) are also adjusted over 5 years using the corresponding annual cost change rates as shown in Table 11 and Table 12. Moreover, in converting the total energy (in the term of electricity) consumption into monetary values, a rate of 3.2 kr/kWh (corresponding to 0.3 €/kWh) is used.

14 Results Kronoberg län

The evaluation on the 4 studied technical scenarios are carried out in regarding:

1. CAPEX and OPEX;
2. Total energy consumption;
3. FWA indicative downlink speed.

Table 20 - Table 37 summarize the evaluation results för the whole Kronoberg län, which are also illustrated by Figure 2 - Figure 19.

14.1 CAPEX and OPEX

As shown by Table 20 - Table 31 and illustrated by Figure 2 - Figure 13, in regarding the one-time investment CAPEX, the pure fiber-based approach is at the highest level, while FWA

using existing macro cells is at the lowest level, followed by FWA using small cells. The hybrid scenario using both macro and small cells is the most expensive among the FWA based approaches.

In regarding the OPEX, not surprisingly, the pure fiber-based solution has significantly lower OPEX than the other FWA based solutions. Moreover, the two FWA solutions using small cells have dramatically increased operational cost, which is attributed to the maintenance cost of the large number of small cells required, in parallel with the dramatic increase in electricity price (see the section below).

In regarding the total cost over a 10-year period, we can see that on the one hand, FWA solutions using small cells will incur the highest total cost. On the other hand, FWA using macro cells will incur the lowest total cost, at levels around 50% of the total cost of the pure fiber-based approach.

14.2 Total energy consumption

As shown by Table 32.- Table 34 and illustrated by Figure 14.- Figure 16, we see that for the total energy consumption (in the term of the total consumed electricity) over 10 years, FWA solutions have significantly higher levels of energy consumption than the pure fiber-based approach, especially for the scenarios using small cells due to the large required number of them.

14.3 Average end-user speed

Table 35 - Table 37 and Figure 17.- Figure 19 show the estimated average downlink speed each targeted household/workplace can expect for the 3 FWA based solutions, using the envisioned hypothetical spectrum portfolio and the corresponding expected downlink cell capacities shown in Table 13 and Table 14, respectively. Note here that, rather than mobile broadband applications where an operator usually assumes a temporal average factor, or the so-called overbooking factor of e.g. 50⁵⁸ in the evaluation of the average end-user speed, it's apparently more appropriate to use the real average speed each end user can get *at the same time* to evaluate the FWA performance. This is because for fixed broadband access the end-user behavior is expected to follow a similar pattern, i.e., for workplaces, the peak traffic hours are obviously during the daily working time, while at homes people are expected to consume most of the traffic during the early night hours after people have gone home, *at the same time*.

From Table 35 - Table 37 and Figure 17.- Figure 19 we can see clearly that:

1. compared to the "default" (symmetric) Gbps level end-user speed for the pure fiber-based solution, the expected average download speed for FWA based solutions is very much limited, particularly for the FWA solution using only macro cells in urban areas where the total number of households/workplaces covered by one cell becomes relatively large (see Table 19). More specifically, the average end-user download speed using only existing macro cells can be expected to reach only 19 Mbps and 71 - 73 Mbps in urban and rural areas, respectively. These expected downlink speeds are far below from the 1 Gbps goal, even if the operator can double or acquire even more midband spectrum than the hypothetical spectrum portfolio in Table 13;

⁵⁸ Telematics and Informatics 37 (2019) 50–69, "Assessing the capacity, coverage and cost of 5G infrastructure strategies: Analysis of the Netherlands"

2. For FWA solutions using small cells, due to the short coverage range (200 m assumed in this study), and hence significantly reduced number of end users covered by each cell (see Table 16), the expected average end-user download speed can reach the level of 750 Mbps in urban areas, and beyond 1 Gbps in rural areas (in fact just 2 end users are covered by a small cell sector, hence each end user can get the full capacity of a small cell beam). Apparently, by doubling the mmWave spectrum shown in Table 13, even in urban areas FWA using small cells has the potential to provide the targeted households/workplaces with 1 Gbps broadband access.

Nevertheless, it should be noted that for FWA solutions:

- The upload speed is usually significantly lower than the download speed, e.g., even if the DL/UL spectral occupation is 5:1, the upload speed is expected to be significantly lower than 1/5 of the down speed, due to the lower transmitting power of the user equipment;
- FWA speed varies with physical environmental conditions e.g. forest and building blocks, and the performance can also be affected by bad weather conditions e.g. heavy fog, rain etc.;
- FWA end-user speed varies also with the distance to the FWA cell antenna, particularly for macro cells in *småort* and rural areas where the ISD is large.

15 Results individual *kommun* level

As described in section 13.2.3, broadband buildout scenarios using existing commercial macro cells are unrealistic to implement as the targeted remaining households/workplaces are located at remotely scattered areas around the whole Kronoberg region, and it's impossible to "concentrate" all the unpassed households/workplaces under these limited number of existing commercial macro cells (built primarily for 2G/3G/4G wireless mobile networks). Accordingly, for cost and performance evaluations at the individual *kommun* level, only pure fiber and FWA using small cells are considered.

15.1 Total cost to reach the 98%@1 Gbps goal

Table 38 - Table 39 and Figure 20 - Figure 21 show the total CAPEX required to reach the 98%@ 1 Gbps goal for the whole Kronoberg and each individual *kommun*, respectively. In this evaluation, apart from the two pure fiber and 5G FWA small-cell broadband scenarios, a additional hybrid scenario 5G FWA-P(performance) is also included, based on the evaluation results in for the whole Kronoberg *län* in section 14, i.e, 5G FWA-P is constructed by combining pure fiber in urban areas with 5G FWA using small cells in rural areas, in order to guarantee 1 Gbps broadband access speed for those last households/workplaces in urban areas. We can see that in order to each the 98%@ 1 Gbps goal, 466 million kr CAPEX may be required for the pure fiber buildout, while 379 million kr may be needed by utilizing the 5G FWA technique. In regarding the required CAPEX at the *kommun* level, Ljungby and Alvesta both may require over 100 million kr to reach the 98%@1 Gbps goal, while Växjö requires just 11.5 million kr, the least among all the *kommuns*. This is because that Växjö already has a very close penetration rate to the 98%@1 Gbps goal and needs to pass just 199 households/workplaces to reach the goal.

Worth noting here is that the evaluation on each individual *kommun* level followed the same approach as for the whole Kronoberg *län* as described in section 12 (based on the current penetration levels). This is the reason that the sum of all the 8 *kommuns* evaluation results may not be equal to that of the evaluation regarding Kronoberg *län* as a whole. Nevertheless, the sum of the individual *kommuns* results is fairly close to that of the whole Kronoberg, especially for the pure fiber scenario (469 million kr summed-up as compared to 466 million kr). This also suggests the solidity of the evaluation modelling and the adopted approach to estimate the total length of *Statsbidragsberättigad enskild väg* in each *kommun* (see section 12.3.2.2.2)

Table 42 - Table 43 and Figure 24 - Figure 25 show the total CAPEX and OPEX over 10 years required to reach the 98%@ 1 Gbps goal for the whole Kronoberg and each individual *kommun*, respectively. We can see that the pure fiber scenario is expected to have the lowest total cost of 490 million kr, while scenarios utilizing 5G FWA are expected to incur significantly total cost. Interestingly enough, the total costs for the two FWA solutions are equal to each other, even though the pure FWA solution won't guarantee 1 Gbps broadband access in urban areas.

15.2 Total further cost to reach the 99.9%@100 Mbps goal

Table 40 - Table 41 and Figure 22 - Figure 23 show the total further CAPEX required to reach the 99.9%@ 100 Mbps goal for the whole Kronoberg and each individual *kommun*, respectively. Note here that since pure 5G FWA is able to provide over 100 Mbps guaranteed downlink speed even in urban areas, the 5G FWA-P combination solution is no longer needed. We see that for the pure fiber scenario, further 338 million kr may be required, while 5G FWA may need 267 million kr. In regarding each individual *kommun*, it is the Växjö *kommun* that is expected to need most of the investment relative to other *kommuns*, mainly for those (relatively) largest number of unpassed households/workplaces in rural areas in Växjö *kommun*.

Table 44 - Table 45 and Figure 26 - Figure 27 show the further total CAPEX and OPEX over 10 years required to reach the 99.9%@ 100 Mbps goal for the whole Kronoberg and each individual *kommun*, respectively. We see that for the pure fiber scenario, further 356 million kr total cost is expected, while 5G FWA is expected to incur 481 million kr total cost. In regarding each individual *kommun*, again it is the Växjö *kommun* that is expected to incur most of the total cost relative to other *kommuns* for those (relatively) largest number of unpassed households/workplaces in rural areas.

Table 20 Average CAPEX, tätbebyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kkr	17.36	42.21	44.69	69.11
FWA RAN, kkr	3.41	8.65	11.13	
Fiber backhaul, kkr	13.95	33.56	33.56	69.11

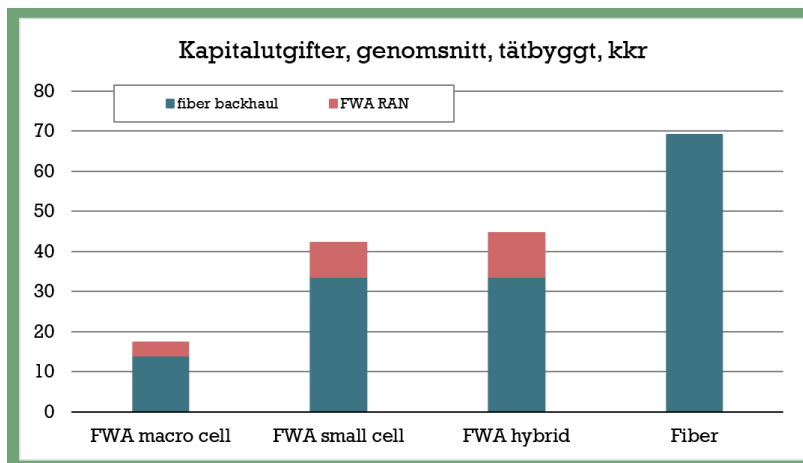


Figure 2 Average CAPEX per household/workplace, urban area, kronoberg län

Table 21 Average CAPEX, glesbebyggt, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kkr	60.46	122.34	131.82	160.24
FWA RAN, kkr	12.45	43.49	52.97	
Fiber backhaul, kkr	48.01	78.85	78.85	160.24

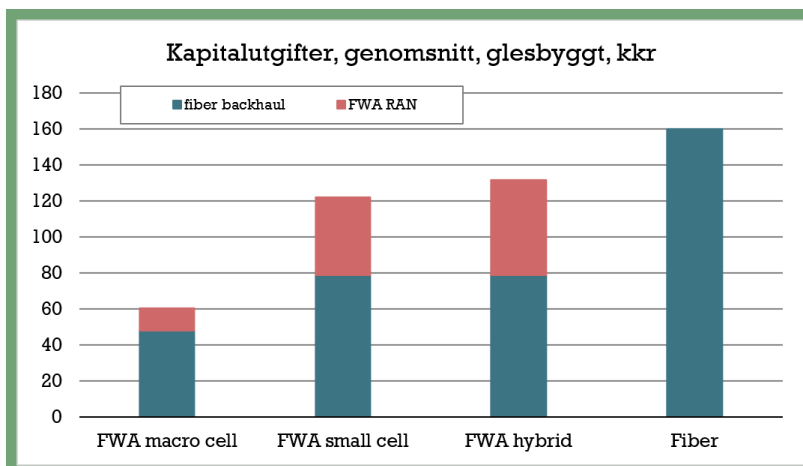


Figure 3 Average CAPEX per household/workplace, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 22 Average CAPEX, glesbebyggt, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kkr	62.20	127.97	137.72	164.85
FWA RAN, kkr	12.81	44.93	54.68	
Fiber backhaul, kkr	49.39	83.04	83.04	164.85

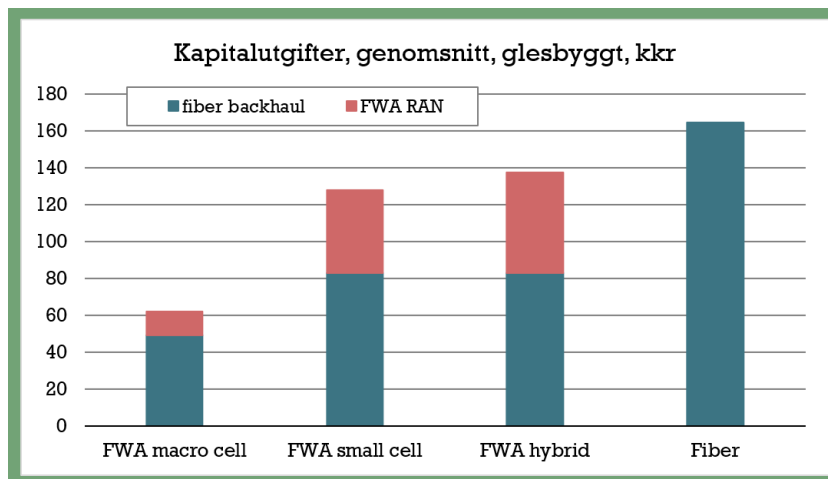


Figure 4 Average CAPEX per household/workplace, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 23 Total CAPEX, tätbebyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	25	62	65	101
FWA RAN, mnkr	5	13	16	
Fiber backhaul, mnkr	20	49	49	101

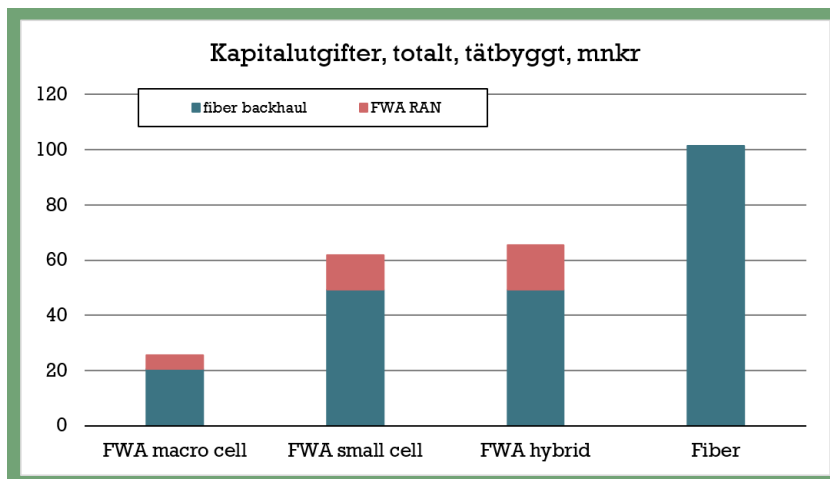


Figure 5 Total CAPEX, urban area, Kronoberg län

Table 24 Total CAPEX, glesbebyggt, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	137	278	299	364
FWA RAN, mnkr	28	99	120	
Fiber backhaul, mnkr	109	179	179	364

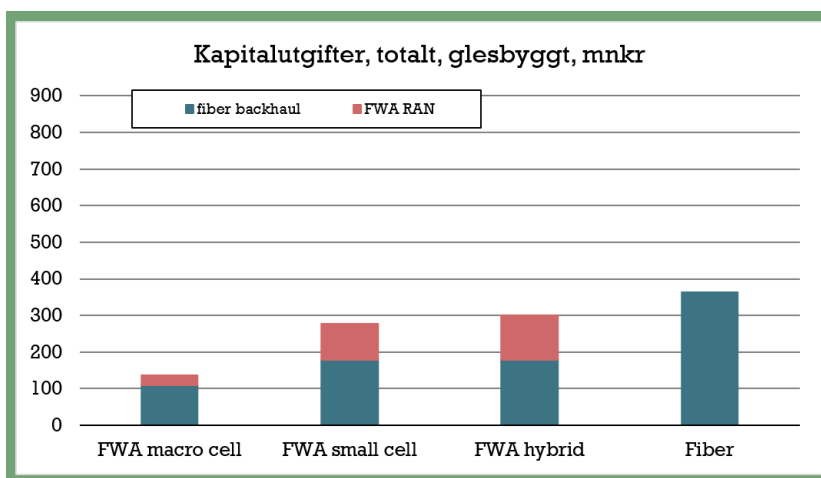


Figure 6 Total CAPEX, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 25 Total CAPEX, glesbebyggt, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	265	545	587	702
FWA RAN, mnkr	55	191	233	
Fiber backhaul, mnkr	210	354	354	702

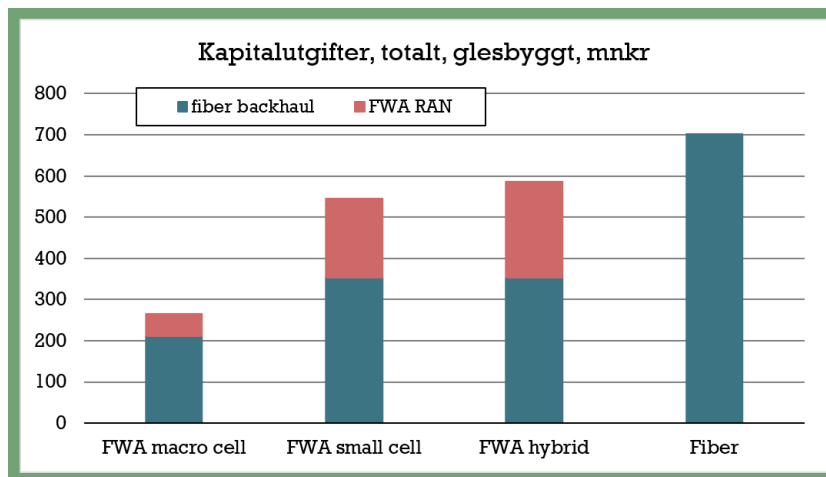


Figure 7 Total CAPEX, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 26 Average OPEX per month, tätbyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kr	65.0	248.4	298.4	25.6

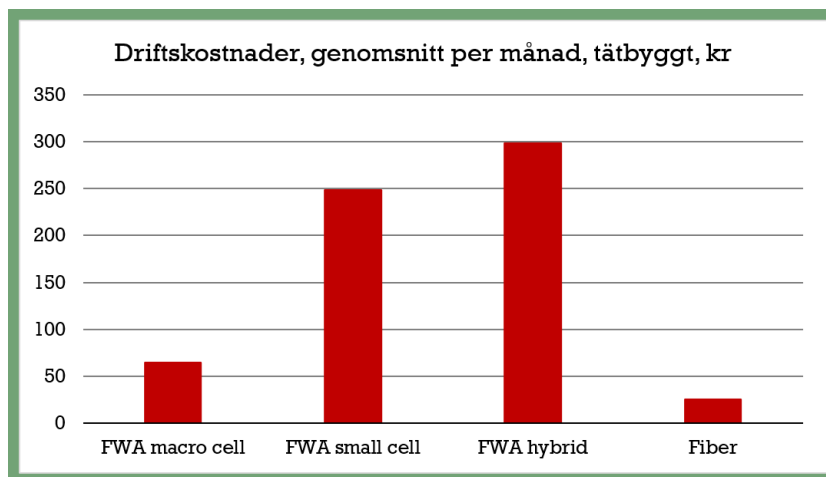


Figure 8 Average OPEX per household/workplace per month, urban area, Kronoberg län

Table 27 Average OPEX per month, glesbyggt, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kr	246.7	842.6	1048.0	71.8

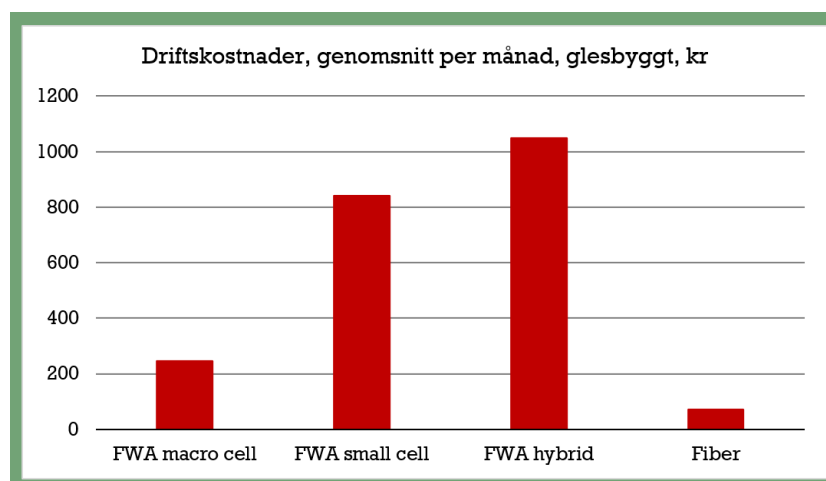


Figure 9 Average OPEX per household/workplace per month, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 28 Average OPEX per month, glesbebyggt, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, kr	253.8	867.8	1079.1	73.6

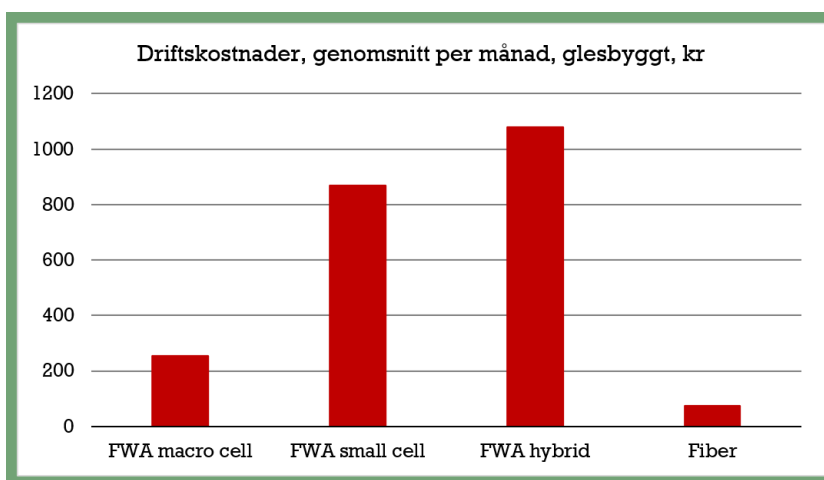


Figure 10 Average OPEX per household/workplace per month, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 29 Total CAPEX and OPEX over 10 years, tätbyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	36	106	118	106
CAPEX, mnkr	25	62	66	101
OPEX, mnkr	11	44	52	5

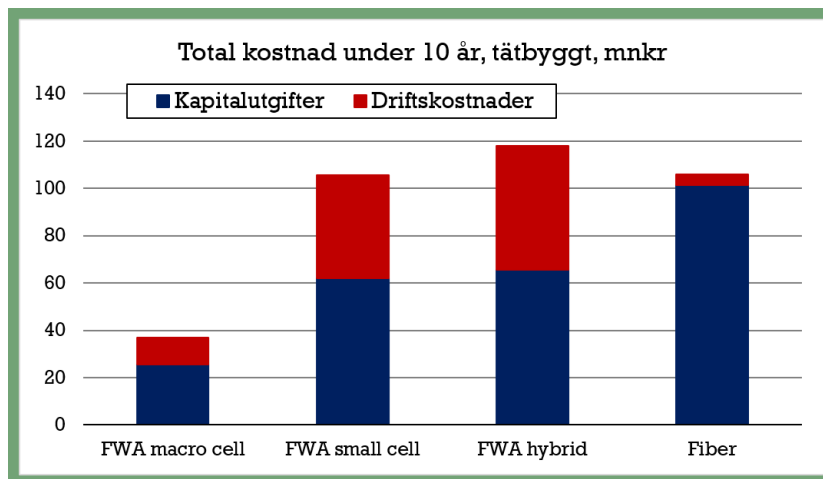


Figure 11 Total CAPEX and OPEX over 10 years, urban area, Kronoberg län

Table 30 Total CAPEX and OPEX over 10 years, glesbebyggt, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	204	508	586	384
CAPEX, mnkr	137	278	300	364
OPEX, mnkr	67	230	286	20

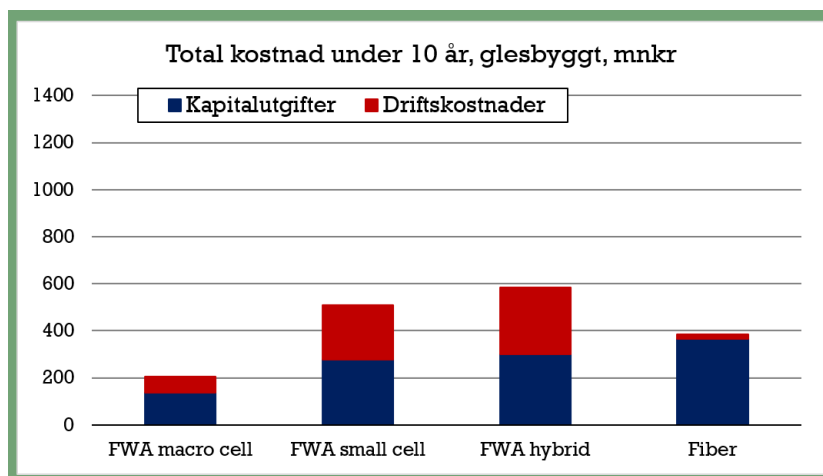


Figure 12 Total CAPEX and OPEX over 10 years, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 31 Total CAPEX and OPEX over 10 years, glesbebyggt, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mnkr	395	989	1139	740
CAPEX, mnkr	265	545	587	702
OPEX, mnkr	130	444	552	38

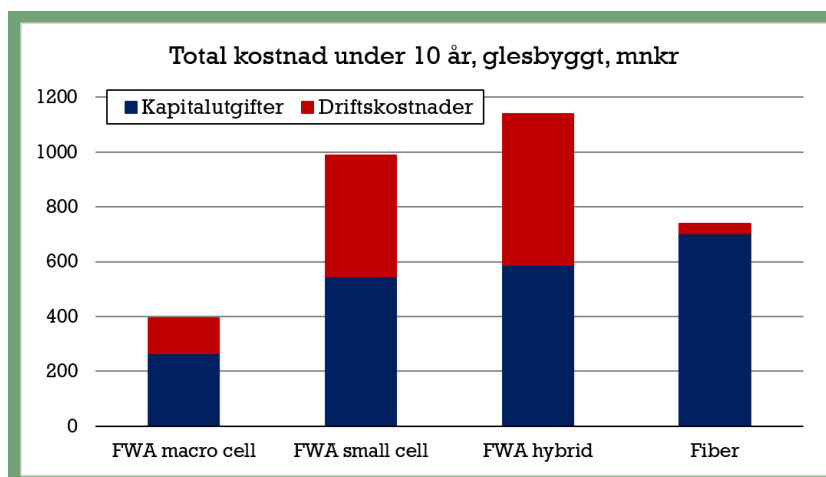


Figure 13 Total CAPEX and OPEX over 10 years, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 32 Total energy consumption over 10 years, tätbebyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mn-kWh	2.68	5.76	8.01	1.13

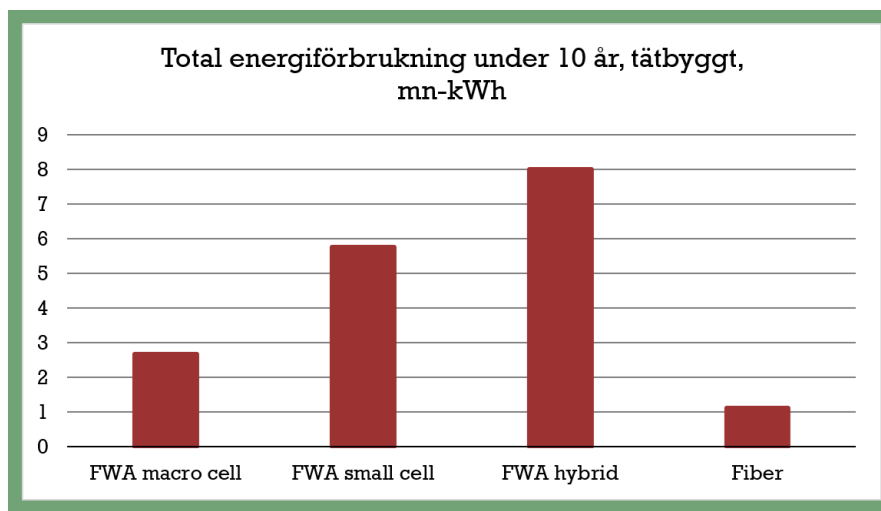


Figure 14 Total energy consumption over 10 years, urban area, Kronoberg län

Table 33 Total energy consumption over 10 years, glesbebyggt, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mn-kWh	15.8	29.19	42.99	4.90

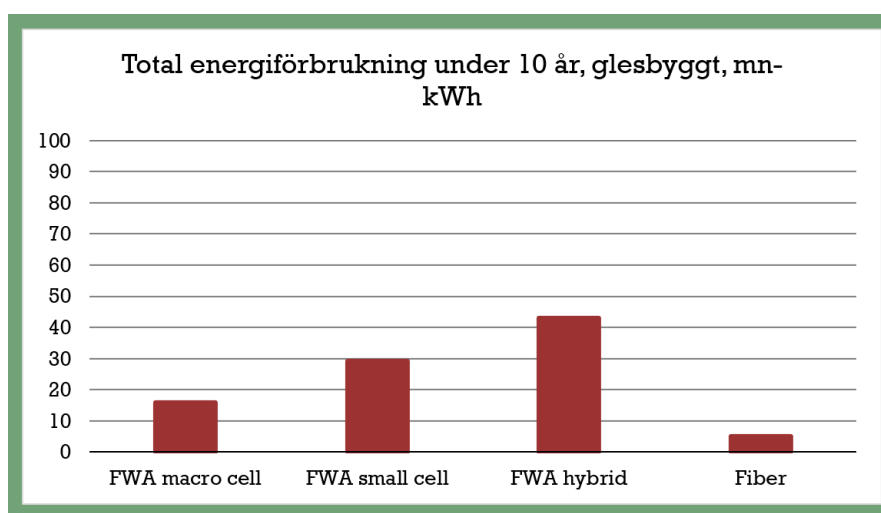


Figure 15 Total energy consumption over 10 years, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 34 Total energy consumption over 10 years, glesbebyggt, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid	Fiber
Total, mn-kWh	30.44	56.38	82.99	9.41

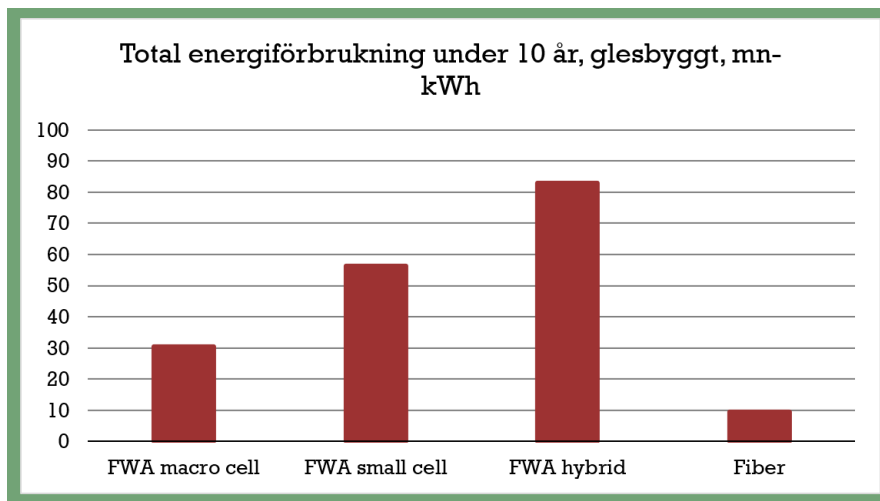


Figure 16 Total energy consumption over 10 years, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 35 FWA average downlink speed, tätbyggt, Kronoberg län

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid
Mbps	19	738	757

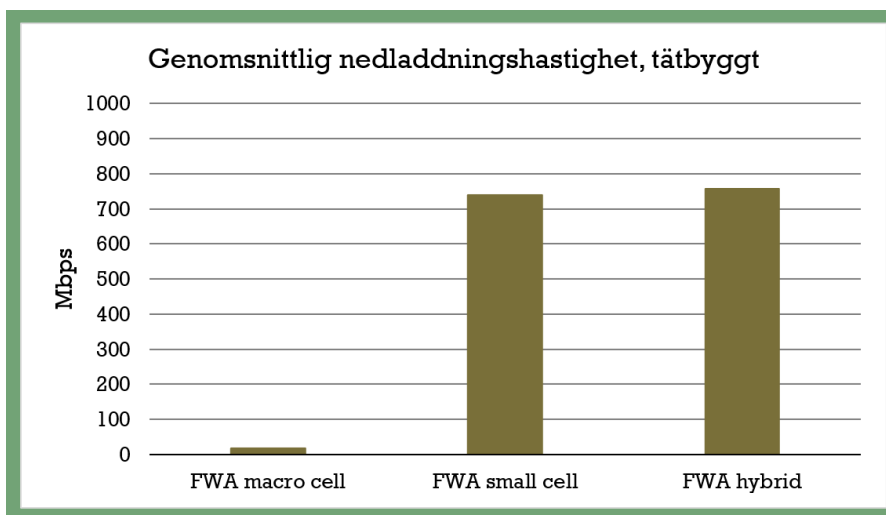


Figure 17 FWA average downlink speed, urban area

Table 36 FWA average downlink speed, glesbyggt, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid
Mbps	71	1280	1351

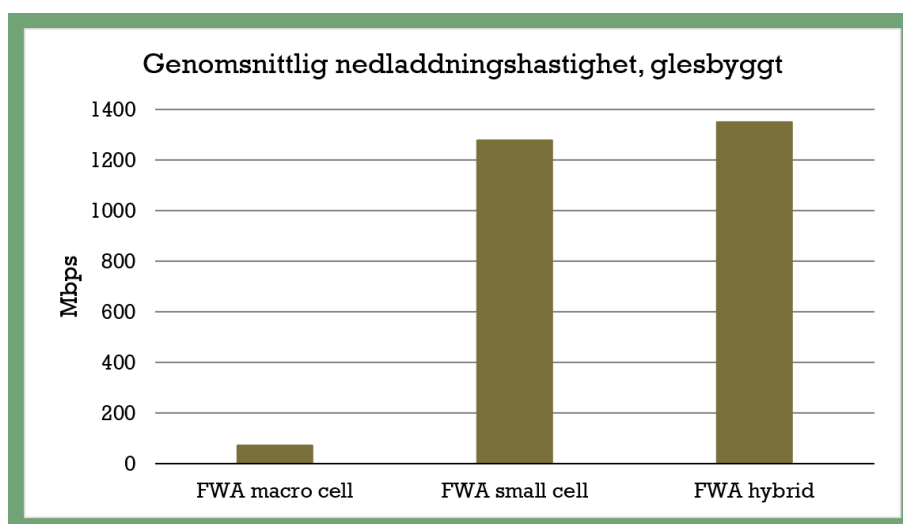


Figure 18 FWA average downlink speed, rural area, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 37 FWA average downlink speed, glesbebyggt, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

	FWA macro cell	FWA small cell	FWA hybrid
Mbps	73	1280	1353

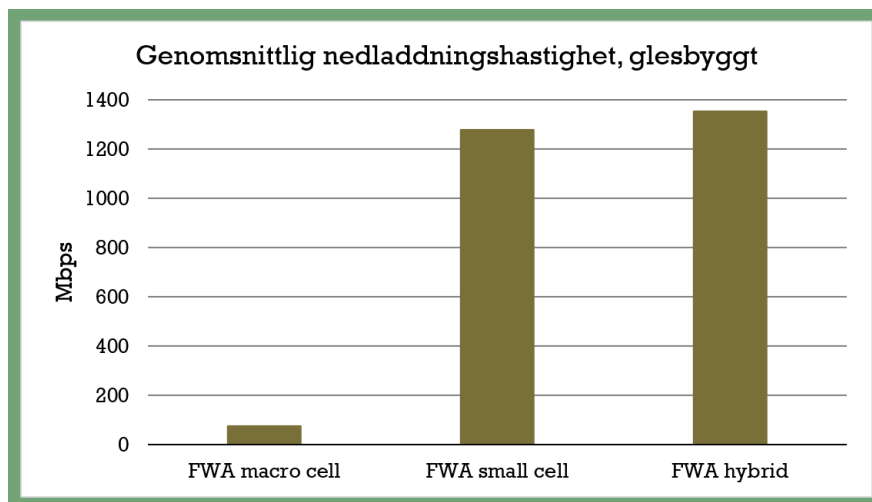


Figure 19 FWA average downlink speed, rural area, Kronoberg län, 99.9%@100 Mbps goal

Table 38 Total CAPEX, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	fiber	5G FWA	5G FWA-P
Total, mnkr	466	340	379

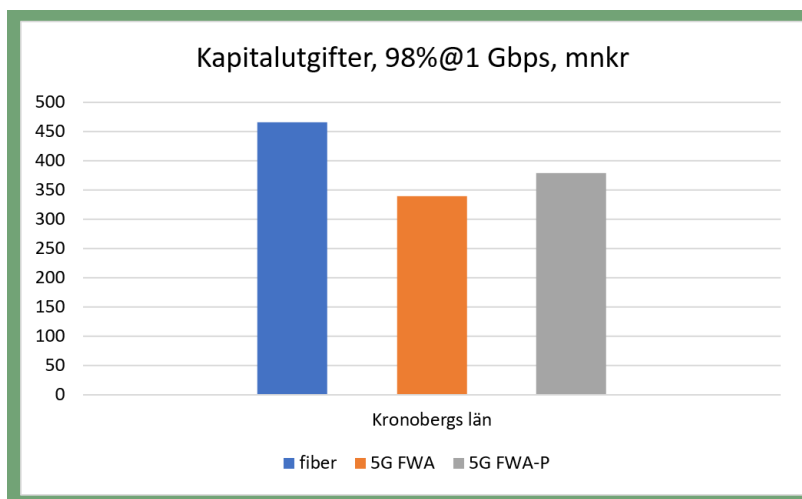


Figure 20 Total CAPEX, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 39 Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr	5G FWA-P, mnkr
Alvesta	101.3	71.2	75.4
Lessebo	14.7	13.2	13.8
Ljungby	133.7	101.7	105.0
Markaryd	54.4	44.5	48.9
Tingsryd	64.4	50.4	52.8
Uppvidinge	42.4	39.0	40.6
Växjö	11.5	5.5	11.5
Älmhult	46.7	33.1	41.7

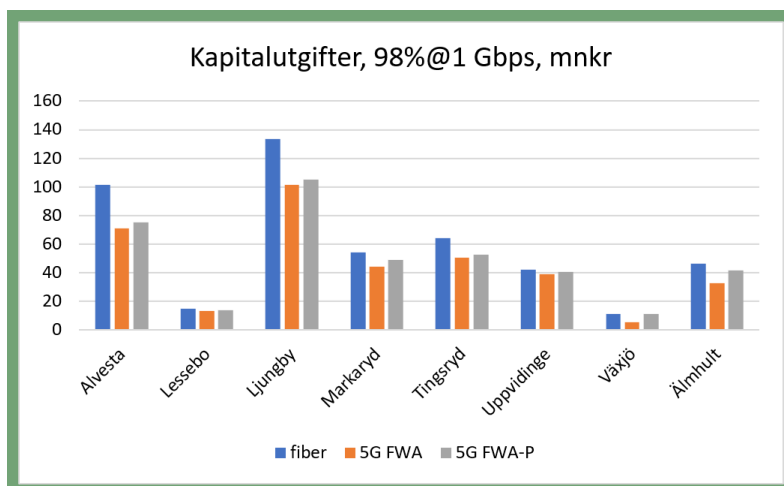


Figure 21 Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

Table 40 Total CAPEX, Kronoberg län, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

	fiber	5G FWA
Total, mnkr	338	267

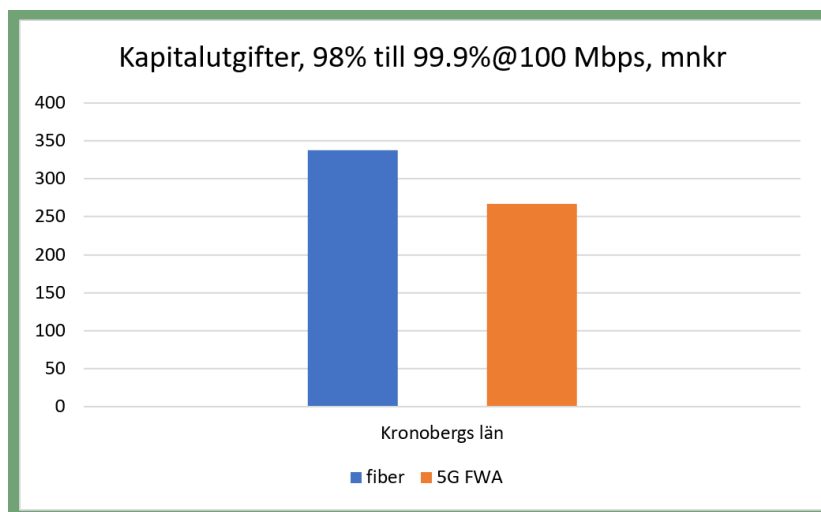


Figure 22 Total CAPEX, Kronoberg län, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

Table 41 Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr
Alvesta	27.5	20.8
Lessebo	24.9	23.4
Ljungby	46.5	37.4
Markaryd	21.5	18.7
Tingsryd	19.3	15.7
Uppvidinge	22.6	21.8
Växjö	146.9	105.8
Älmhult	24.1	18.0

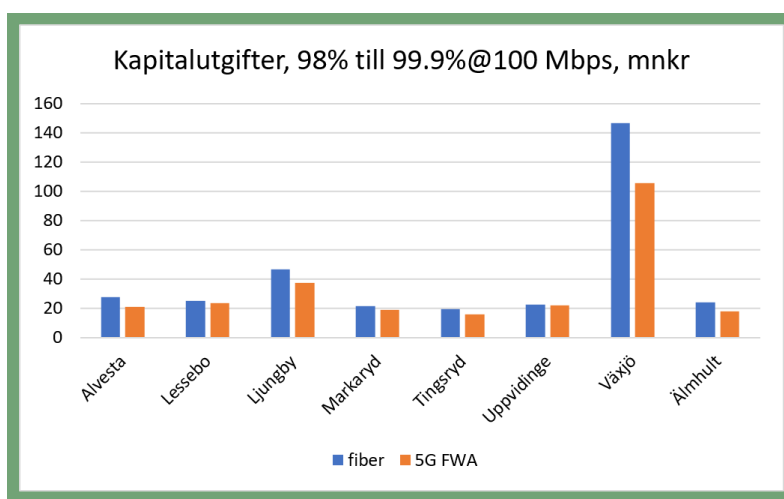


Figure 23 Total CAPEX, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

Table 42 Total CAPEX and OPEX over 10 years, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

	fiber	5G FWA	5G FWA-P
Total, mnkr	490	614	614

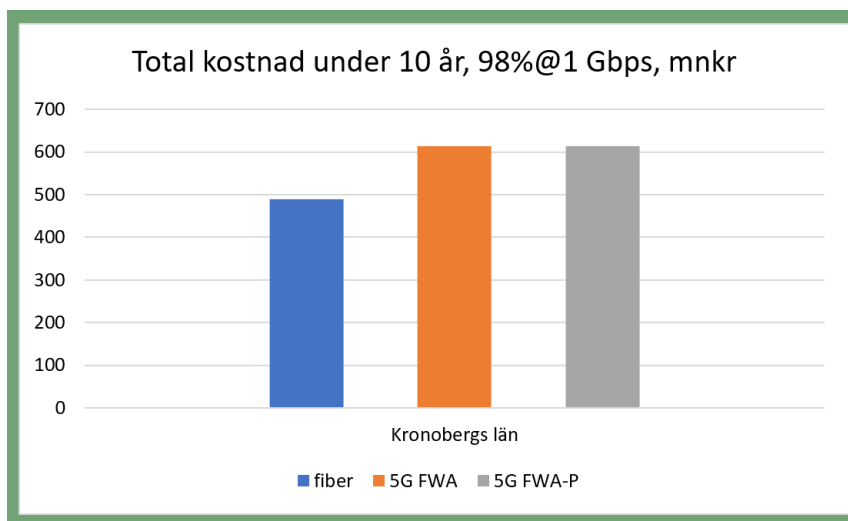


Figure 24 Total CAPEX and OPEX over 10 years, Kronoberg län, 98%@1 Gbps goal

Table 43 Total CAPEX and OPEX over 10 years, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

	Fiber, mnkr	5G FWA, mnkr	5G FWA-P, mnkr
Alvesta	106.6	138.9	137.4
Lessebo	15.5	20.4	20.1
Ljungby	140.8	193.6	192.7
Markaryd	57.2	76.8	72.3
Tingsryd	67.8	102.7	98.9
Uppvidinge	44.6	69.6	67.2
Växjö	12.0	9.4	12.0
Älmhult	48.9	59.2	55.7

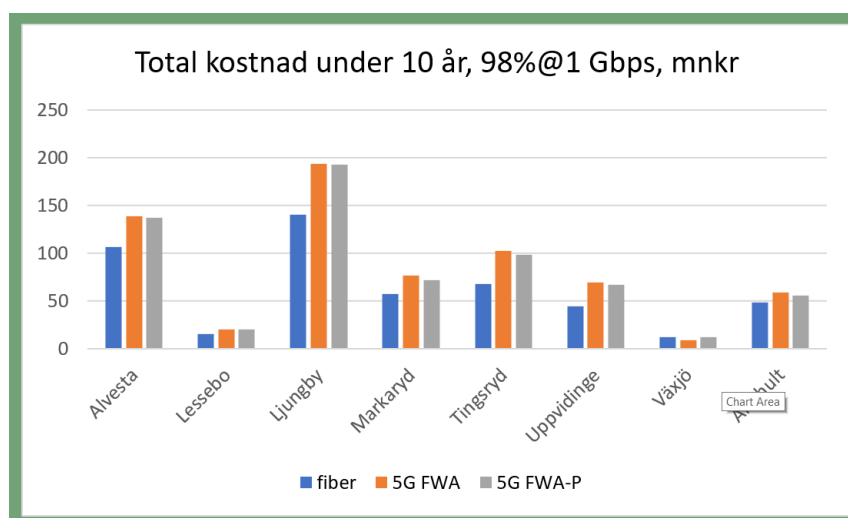


Figure 25 Total CAPEX and OPEX over 10 years, individual kommun, 98%@1 Gbps goal

Table 44 Total CAPEX and OPEX over 10 years, Kronoberg län, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

	fiber	5G FWA
Total, mnkr	356	481

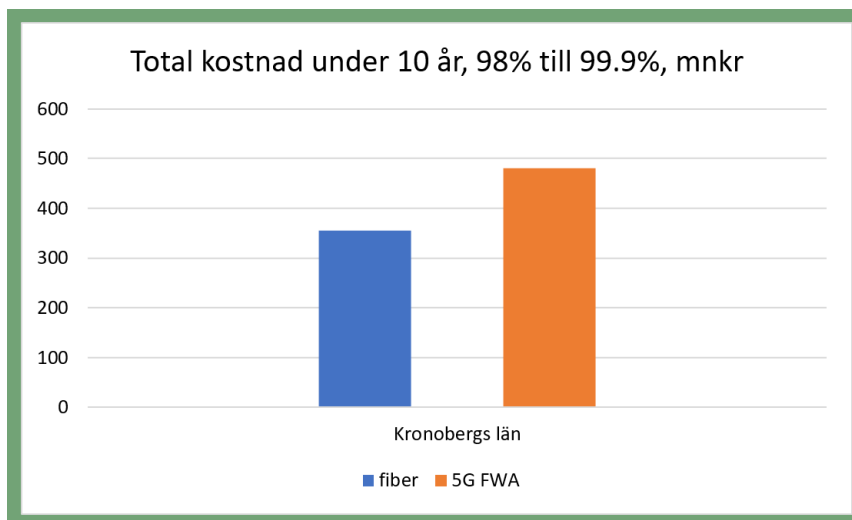


Figure 26 Total CAPEX and OPEX over 10 years, Kronoberg län, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

Table 45 Total CAPEX and OPEX over 10 years, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

	fiber	5G FWA
Alvesta	29.0	40.0
Lessebo	26.3	35.6
Ljungby	49.0	70.4
Markaryd	22.6	32.1
Tingsryd	20.4	32.2
Uppvidinge	23.8	38.8
Växjö	154.7	170.0
Älmhult	25.4	34.9

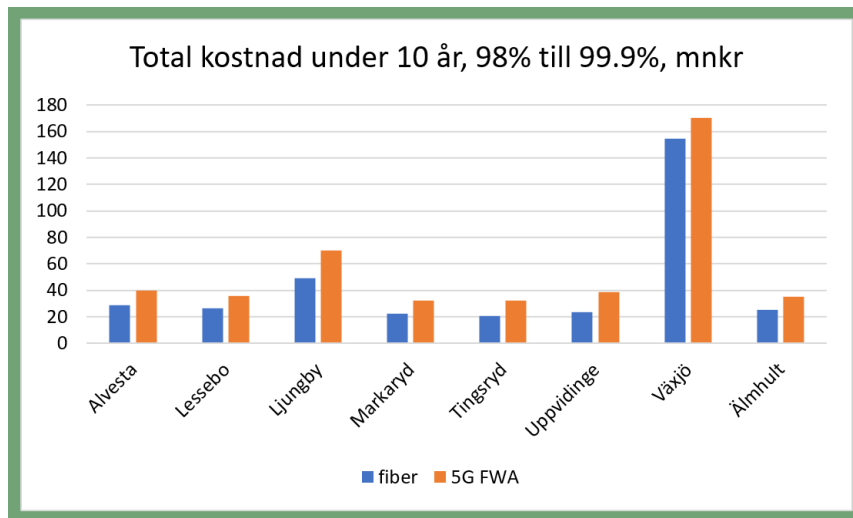


Figure 27 Total CAPEX and OPEX over 10 years, individual kommun, 98%@1 Gbps to 99.9%@100 Mbps goal

Bilaga C: Analys av de samhällsekonomiska effekterna och mervärden av anslutningsgrad/bredbandspenetration och användning av digitala tjänster

Författare: Jie Li
Håkan Cavenius

Stockholm, oktober 2022

RISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN

Box 857, 501 15 Borås
info@ri.se

RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Våra 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra teknologier, produkter och tjänster.

Sammanfattning

Denna del av arbetet utvärderar de samhällsekonomiska effekterna och mervärden av anslutningsgrad/bredbandspenetration och användning av digitala tjänster i Kronobergs län ur två perspektiv. För det första, potentiella ekonomiska effektiviseringar som höghastighet (> 100 Mbps) bredbandsaccess kan möjliggöra för äldre personer som bor i sina egna hem och som använder en eller flera digitala hemtjänster som kräver tillförlitlig höghastighetsbredbandsaccess i hushållen. De tre digitala hemtjänsterna som ingår i denna utvärdering är: 1) Digital natttillsyn; 2) Digital dagtillsyn; 3) Digital medicinpåminnare tillsammans med digital dagtillsyn. För det andra undersöker vi de samhällsekonomiska effekterna av fiberbredbandspenetration på befolkningsutveckling, företagande, totalt antal anställda och genomsnittlig anställdas inkomst genom att använda (fixed-effect first-difference) regressionsanalys.

Utvärderingen baseras på den för närvarande tillgängliga (uppdaterade till oktober 2021) 100 Mbps och optisk fiber bredbandspenetration datastatistik (d.v.s. homes connected) i Kronobergs län, och deras prognostiserade värden fram till år 2035 för tre olika scenarier för bredbandsutbyggnad:

- Scenario 1 – *Långsam evolution* (business-as-usual);
- Scenario 2 – *Fokuserad upphämtning* (catch-up);
- Scenario 3 – *Allmän digitalisering* (all-inclusive).

Tabell I nedan visar den projicerade Scenario 1 långsam evolution optisk fiber och 100 Mbps bredbandsutveckling år 2025 och 2035 i Kronobergs län, med användning av S-kurva tillväxtmodellprojektion baserad på deras historiska utvecklingsdata. Baserat på dessa prognoser definierar vi Scenario 2 fokuserad upphämtning med målet att alla kommuner ska nå de beräknade (långsam evolution) genomsnittliga utvecklingsnivåer i Kronobergs län år 2035, medan för Scenario 3 allmän digitalisering använder vi de projicerade högsta (långsam–evolution) utvecklingsnivåer i Lessebo kommun som mål för samtliga övriga kommuner. Observera att för Scenario 2 fokuserad upphämtning, eftersom Lessebo och Växjö redan projiceras över de genomsnittliga utvecklingsnivåerna, förblir motsvarande utvecklingsmål desamma som för Scenario 1 långsam evolution. På samma sätt förblir Lessebo för Scenario 3 allmän digitalisering detsamma som långsam evolution, dvs. för Lessebo förblir de tre bredbandsutvecklingsscenarierna detsamma (som långsam evolution).

Tabell I Projicerade optisk fiber och 100 Mbps bredbandsutveckling år 2025 och 2035 i Kronobergs län.

	2025				2035			
	Fiber passed	Fiber connected	100M passed	100M connected	Fiber passed	Fiber connected	100M passed	100M connected
Kronoberg	94.7%	89.1%	95.1%	89.9%	94.8%	94.3%	95.2%	94.8%
Alvesta	88.8%	84.2%	89.8%	84.8%	88.9%	88.3%	89.8%	89.3%
Lessebo	98.8%	89.3%	98.8%	89.3%	100.0%	99.0%	100.0%	99.0%
Ljungby	92.8%	90.1%	93.1%	90.7%	92.9%	92.1%	93.1%	92.8%
Markaryd	89.4%	68.8%	89.5%	68.9%	89.4%	68.8%	89.5%	68.9%
Tingsryd	90.1%	85.6%	90.1%	85.6%	90.2%	88.7%	90.2%	88.8%
Uppvidinge	94.4%	78.2%	94.4%	78.3%	94.6%	79.1%	94.7%	79.1%
Växjö	97.7%	92.2%	98.1%	94.0%	97.9%	97.1%	98.2%	97.7%
Älmhult	96.1%	72.0%	96.1%	72.8%	98.5%	72.1%	98.5%	72.9%

Potentiella nettoeffektiviseringar av digitala hemtjänster

Tabell II nedan visar de utvärderade kumulerade scenariot realistiska potentiella kostnadsbesparingar av digitala hemtjänster från år 2023 till 2035, i jämförelse med de totala återstående investeringar som krävs för att nå breddbandsmålet på 99,9%@100 Mbps. Som en illustrativ fallstudie för Älmhult kommun, idealiskt om vi antar 100% breddbandspenetration i hushållen med minst 100 Mbps hastighet för äldre personer som bor i sina egna hem, skulle digitala hemtjänster resultera i upp till 91 miljoner kronor potentiella ekonomiska nyttorna under perioden 2023-2035, om 8% av de äldre som får hemtjänst skulle använda de tre digitala hemtjänster som ingår i denna analys. Icke desto mindre, i verkligheten beräknas breddbandspenetration på 100 Mbps till 72,1% år 2025 respektive 72,2% år 2035. Följaktligen skulle realistiska nettoekonomiska effektiviseringar minska avsevärt, särskilt för Scenario 1 långsam evolution med en minskning på nästan 30 % till 65 miljoner kronor. Trots det skulle de ackumulerade nettoeffektiviseringar matcha nivåerna på de återstående investeringar som krävs för att passera 99,9% hushåll/arbetsplatser i Älmhult kommun med minst 100 Mbps nedlänkhastighet.

Förutom Älmhult kommun, inte överraskande, ligger de ackumulerade scenario realistiska potentiella nettoeffektiviseringar i Växjö och Lessebo på nivåer långt över de återstående investeringar som krävs för att passera de kvarvarande hushållen/arbetsplatserna, på grund av deras nuvarande högre breddbandspenetration. När det gäller hela Kronoberg så matchar de ackumulerade ekonomiska nettoeffektiviseringar nästan nivåerna på de resterande investeringar som krävs för att passera 99,9% hushåll/arbetsplatser med minst 100 Mbps nedlänkhastighet, liknande Älmhult kommun.

Det bör dock noteras att denna analys inte på något sätt är avsedd att rekommendera att använda de potentiella ekonomiska besparingarna av digitala hemtjänster för att finansiera breddbandsutbyggnaden i Kronoberg, snarare än att illustrera att utbyggnad av höghastighetsbreddband kommer att generera osynliga nyttorna i många aspekter av samhället, varav en är hemtjänst för äldre som använder höghastighetsbreddbandsaktiverade digitala hemtjänster som under åren kan generera ekonomiska nyttorna på samma nivåer som de återstående investeringsbehov för breddbandsutbyggnad i Kronobergs län.

Tabell II Kumulerat scenario realistisk potentiella nettoeffektiviseringar av digitala hemtjänster från år 2023 till 2035, i jämförelse med de återstående investeringar som krävs för att nå 99,9%@100 Mbps breddbandsmålet i Kronobergs län, i mnkr.

	Sc_1 Långsam evolution	Sc_2 Fokuserad upphämtning	Sc_3 Allmän digitalisering		Återstående investering Fiber	Återstående investering 5G FWA
Kronoberg	797	855	875		804	607
Alvesta	106	110	113		129	92
Lessebo	58	58	58		40	37
Ljungby	126	128	132		180	139
Markaryd	41	57	59		76	63
Tingsryd	84	88	91		84	66
Uppvidinge	52	65	67		65	61
Växjö	265	265	268		158	111
Älmhult	65	85	88		71	51

Samhällsekonomisk påverkan av fiberbredbandspenetration

När det gäller samhällsekonomisk påverkan av fiberbredbandspenetration visar avancerad regressionsanalys som kontrollerar både kommun- och tidsbestämda effekter att, även med robust variansuppskattning, är fiberbredbandspenetration på arbetsplatser signifikant (med minst 90% konfidensintervall) och positivt associerat med antalet nyetablerade företag, befolkningsutveckling och den genomsnittliga årsinkomsten för anställda över 16 år. Genom att särskilja tätorts- och landsbygdskommuner finner vi dessutom en större inverkan i tätortskommuner när det gäller nyetablering av företag och genomsnittlig personalinkomst, medan fiberbredbandspenetration på landsbygdskommuner är mer effektiv för att främja befolkningsutvecklingen. Vidare finner vi att den samhällsekonomiska påverkan är (mer) signifikant associerat med fiberbredbandspenetration på arbetsplatser snarare än i hushåll. Mer specifikt, med minst 90% konfidensintervall, med tanke på att andra signifikanta faktorer förblir desamma, skulle 10% ökning av fiberbredbandspenetration på arbetsplatser resultera i:

- 0,113 nya företagsregistreringar (0,158 i tätortskommuner) per år bland 1000 invånare eller motsvarande ett nytt företag bland 8850 invånare (6369 i tätortskommuner);
- 0,113 kkr genomsnittlig årsinkomstökning (0,157 kkr i tätortskommuner);
- 0,083% befolkningsökning (0,17 % i landsbygdskommuner),

i Sverige på kommunnivå. Utifrån denna modellering kan vi utvärdera motsvarande samhällsekonomisk påverkan av fiberbredbandspenetration i dessa aspekter för de tre tänkta fiberbredband utvecklingsscenarierna för kommuner i Kronobergs län. Ändå bör vi här notera att dessa studerade samhällsekonomiska indikatorer beror på många lokala socioekonomiska och andra kulturhistoriska faktorer mm i olika kommuner.

Utvärderingsresultaten baserade på regressionsanalys är ett tillvägagångssätt för att försöka isolera hur fiberbredbandspenetration skulle bidra till dessa indikatorer utöver andra socioekonomiska förhållanden. Med andra ord, det viktigaste budskapet i denna analys är att det verkligen finns positiva samband mellan fiberbredbandspenetration och dessa studerade samhällsekonomiska indikatorer (med minst 90% regressionskonfidensintervall).

För det första, visar Tabell III nystartade företag korrelerade till de tre scenarierna för fiberbredbandspenetration fram till år 2035. Vi ser tydligt att Växjö spelar den dominerande rollen, både på grund av sin totala befolkning och den ökade påverkan för tätortskommuner. När det gäller skillnaden mellan scenarierna har Markaryd kommun den högsta tillväxttakten upp till 50% från Scenario 1 långsam evolution till Scenario 3 allmän digitalisering, även om det totala antalet är relativt litet (från 8 till 12). På hela Kronobergs regionala nivå är skillnaden 8,6% mellan Scenario 1 och Scenario 3 (med totalt 23 nya företag).

För det andra, visar Tabell IV ökad befolkning korrelerad med de tre fiberbredbandspenetration scenarierna fram till år 2035. Vi ser att även om Växjö fortfarande har den största befolkningsökningen på grund av sin befolkningsstorlek så har skillnaderna mellan kommunerna blivit betydligt mindre. Detta är särskilt uppenbart för de tre landsbygdskommunerna Ljungby, Markaryd och Älmhult. När det gäller skillnaden mellan scenarierna har Markaryd kommun också den högsta tillväxttakten upp till 43% från

Scenario 1 långsam evolution till Scenario 3 allmän digitalisering. På hela Kronobergs regionala nivå uppgår skillnaden till 13% mellan scenario 1 och scenario 3.

För det tredje, visar Tabell V ökad genomsnittlig årsinkomst för avlönade anställda korrelerad till de tre scenarierna för fiberbredbandspenetration fram till år 2035. Huvuddraget här är skillnaden mellan de (fem) tätortskommunerna och de (tre) landsbygdskommunerna p.g.a. den förstärkta effekten i tätortskommuner. När det gäller skillnaden mellan scenarierna har Markaryd kommun återigen den högsta tillväxttakten upp till 40,4 % från Scenario 1 långsam evolution till Scenario 3 allmän digitalisering. På hela Kronobergs regionala nivå uppgår skillnaden till 14 % mellan Scenario 1 och Scenario 3.

Trots att de genomsnittliga årsinkomst-ökningarna ser marginella ut (mellan 794 - 1 548 kr), den ackumulerade kommunalskatteintäkten över åren på grund av de ökade inkomstnivåerna som tillskrivs fiberbredbandspenetration inte är trivial. Tabell VI visar faktiskt de beräknade ackumulerade kommunalskatteintäkterna korrelerade till de ökade genomsnittliga årsinkomster för de tre fiberbredbandspenetration scenarierna från år 2023 fram till 2035. Vi ser att för den dominerande kommunen Växjö uppgår de kumulerade ökade kommunalskatteintäkterna hänförliga till fiberbredbandspenetrationen till mer än 2 gånger respektive 3 gånger högre än de totala återstående investeringar av fiber eller 5G FWA som krävs för att nå 99,9% hushåll/arbetsplatser med minst 100 Mbps nedladdningshastighet. På hela Kronobergsregionens nivå matchar även de ackumulerade skatteintäkterna investeringskravet med 5G FWA. Återigen bör här noteras att denna jämförelse på inget sätt är avsedd att rekommendera att man använder de beräknade extra skatteintäkterna för att finansiera bredbandsutbyggnaden i Kronobergsregionen, snarare än att illustrera att fiberbredbandsutbyggnad kommer att generera osynliga nyttorna i många aspekter av samhället, varav en är den ökade genomsnittliga inkomstnivån för avlönade anställda som samtidigt genererar extra kommunalskatteintäkter med ackumulerade värden över åren (2023-2035) som motsvarar samma nivå av det återstående investeringsbehovet för bredbandsutbyggnad.

Table III Nyetablerade företag korrelerade till de tre scenarierna för fiberbredbandspenetration fram till år 2035.

	Sc_1 Långsam evolution	Sc_2 Fokuserad upphämtning	Sc_3 Allmän digitalisering
Kronoberg	269	281	292
Uppvidinge	13	14	15
Lessebo	13	13	13
Tingsryd	16	18	19
Alvesta	26	29	32
Älmhult	15	18	20
Markaryd	8	11	12
Växjö	148	148	150
Ljungby	28	29	32

Table IV Ökad befolkning korrelerade med de tre scenarierna för fiberbredbandspenetration fram till år 2035.

	Sc_1 Långsam evolution	Sc_2 Fokuserad upphämtning	Sc_3 Allmän digitalisering
Kronoberg	1765	1895	1997
Uppvidinge	70	71	76
Lessebo	68	68	68
Tingsryd	85	93	101
Alvesta	128	146	158
Älmhult	200	247	269
Markaryd	116	153	166
Växjö	688	688	695
Ljungby	411	430	464

Table V Ökad genomsnittlig årsinkomst för betalda anställda korrelerade med de tre scenarierna för fiberbredbandspenetration fram till år 2035, i kkr.

	Sc_1 Långsam evolution	Sc_2 Fokuserad upphämtning	Sc_3 Allmän digitalisering
Kronoberg	1.212	1.309	1.383
Uppvidinge	1.412	1.435	1.548
Lessebo	1.548	1.548	1.548
Tingsryd	1.302	1.435	1.548
Alvesta	1.269	1.435	1.548
Älmhult	0.847	1.018	1.115
Markaryd	0.794	1.034	1.115
Växjö	1.534	1.534	1.548
Ljungby	0.990	1.034	1.115

Table VI Kumulerade kommunalskatteintäkter korrelerade till de ökade genomsnittliga årsinkomster för de tre fiberbredbandspenetration scenarierna från år 2023 fram till 2035, i jämförelse med de återstående totala investeringar som krävs för att nå 99,9%@100 Mbps bredbandsmålet, i mnkr.

	Sc_1 Långsam evolution	Sc_2 Fokuserad upphämtning	Sc_3 Allmän digitalisering		Återstående investering Fiber	Återstående investering 5G FWA
Kronoberg	588	603	616		804	607
Alvesta	57	61	64		129	92
Lessebo	26	26	26		40	37
Ljungby	61	62	65		180	139
Markaryd	17	20	21		76	63
Tingsryd	35	37	39		84	66
Uppvidinge	27	28	29		65	61
Växjö	331	331	333		158	111
Älmhult	34	38	40		71	51

Summary

This part of the work evaluates the potential benefits of broadband penetration in Kronoberg *län* from two perspectives. Firstly, potential net economic savings that high speed (> 100 Mbps) broadband access can enable to bring about for elderly people living in their own homes that receive one or more digital home services that require reliable household high-speed broadband access. The three digital home services included in this evaluation are: 1) Digital night supervision; 2) Digital daytime supervision; 3) Digital medicine dispenser together with digital daytime supervision. Secondly, we investigate the socio-economic impact of fiber broadband access on population evolution, new company establishment, total number of employees and average employee income using fixed-effect first-difference regression analysis.

The evaluation is based on the currently available (updated up to October 2021) 100 Mbps and optical fiber broadband penetration rates (i.e., homes connected) statistics in Kronoberg *län*, and their projected values up to year 2035 for three different broadband buildout scenarios:

- Scenario 1 - business-as-usual;
- Scenario 2 - catch-up;
- Scenario 3 - all-inclusive.

Table I below shows the projected Scenario 1 business-as-usual optical fiber and 100 Mbps broadband evolution rates in year 2025 & 2035 in Kronoberg *län*, using S-curve growth model projection based on their historical evolution data. Based on these projections, we define Scenario 2 catch-up with the goal for all the municipalities to reach the projected (business-as-usual) average evolution rates in Kronoberg in year 2035, while for Scenario 3 all-inclusive we use the highest projected (business-as-usual) values in Lessebo *kommun* as the goal for all the other municipalities, respectively. Note that for Scenario 2 catch-up, since Lessebo and Växjö are already projected above the average level, the corresponding evolution goals remain the same as for Scenario 1 business-as-usual. Similarly, for Scenario 3 all-inclusive Lessebo remain the same as business-as-usual, i.e., for Lessebo *kommun*, the three broadband evolution scenarios remain the same (as the projected business-as-usual).

Table I Projected fiber and 100 Mbps broadband evolution year 2025 and 2035 in Kronoberg län

	2025				2035			
	Fiber passed	Fiber connected	100M passed	100M connected	Fiber passed	Fiber connected	100M passed	100M connected
Kronoberg	94.7%	89.1%	95.1%	89.9%	94.8%	94.3%	95.2%	94.8%
Alvesta	88.8%	84.2%	89.8%	84.8%	88.9%	88.3%	89.8%	89.3%
Lessebo	98.8%	89.3%	98.8%	89.3%	100.0%	99.0%	100.0%	99.0%
Ljungby	92.8%	90.1%	93.1%	90.7%	92.9%	92.1%	93.1%	92.8%
Markaryd	89.4%	68.8%	89.5%	68.9%	89.4%	68.8%	89.5%	68.9%
Tingsryd	90.1%	85.6%	90.1%	85.6%	90.2%	88.7%	90.2%	88.8%
Uppvidinge	94.4%	78.2%	94.4%	78.3%	94.6%	79.1%	94.7%	79.1%
Växjö	97.7%	92.2%	98.1%	94.0%	97.9%	97.1%	98.2%	97.7%
Älmhult	96.1%	72.0%	96.1%	72.8%	98.5%	72.1%	98.5%	72.9%

Potential benefits of digital home services

Table II below shows the evaluated cumulated scenario realistic potential economic benefit of digital home services from year 2023 up to 2035, in comparison with the total remaining investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal. As an illustrative case study for Älmhult *kommun*, ideally if we assume 100% household broadband penetration with at least 100 Mbps speed for elderly people living in their own homes, digital home services would result in up to 91 million SEK potential economic benefit over the period of 2023-2035, if 8% of those elderly people receiving home services would utilize the three digital home services included in this analysis. However, in reality the 100 Mbps broadband penetration is projected at 72.1% in year 2025 and 72.2% in year 2035, respectively. Accordingly, scenario realistic net economic savings would decrease significantly, especially for Scenario 1 business-as-usual with a reduction of nearly 30% to 65 million SEK. Even so, the cumulated net home service economic savings would match the level of the required remaining investment to pass 99.9% households/workplaces in Älmhult *kommun* with at least 100 Mbps downlink speed.

Apart from Älmhult *kommun*, not surprisingly, the cumulated scenario realistic potential digital home service savings in Växjö and Lessebo are at levels well above the remaining investment required to pass the remaining households/workplaces, due to their current higher broadband penetration rates. In regarding the whole Kronoberg, the cumulated net economic savings almost matches the level of the required remaining investment to pass 99.9% households/workplaces with at least 100 Mbps downlink speed, similar to Älmhult *kommun*.

Nevertheless, it should be noted that this analysis is by no means intended to recommend to use the potentially saved elderly home service budget to finance the broadband buildout in Kronoberg, rather than to illustrate that high-speed broadband buildout will generate unseeable benefits in many aspects of the society, one of which is elderly home care using high-speed broadband enabled digital home services that can generate potential economic benefit at the same level of the remaining broadband buildout investment requirement.

Table II Cumulated scenario realistic potential economic benefit of digital home services from year 2023 up to 2035, in comparison with the total remaining investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal, in mnkr.

	Sc_1 business as usual	Sc_2 catch-up	Sc_3 all-inclusive		Remaining investment Fiber	Remaining investment 5G FWA
Kronoberg	797	855	875		804	607
Alvesta	106	110	113		129	92
Lessebo	58	58	58		40	37
Ljungby	126	128	132		180	139
Markaryd	41	57	59		76	63
Tingsryd	84	88	91		84	66
Uppvidinge	52	65	67		65	61
Växjö	265	265	268		158	111
Älmhult	65	85	88		71	51

Socio-economic impact of fiber broadband

In regarding the socio-economic impact of fiber broadband access on the municipality level in Sweden, fixed-effect regression analysis controlling both municipality- and time-fixed effects shows that, even with robust variance estimation, fiber broadband access in workplaces is significantly (with at least 90% confidence interval) and positively associated with the number of newly established companies, population evolution and the average yearly income of employees over 16 years old. In addition, by differentiating urban and rural municipalities, we find a larger impact in urban areas in regarding new company establishment and average employee income, while in rural areas fiber broadband penetration is more efficient in promoting the population evolution. Furthermore, we find that the socio-economic impact is (more) significantly associated with fiber broadband penetration in workplaces rather than in households. More specifically, with at least 90% confidence interval, given all the other significant factors remain the same, 10% increase of fiber broadband penetration in workplaces would result in:

- 0.113 new company registrations (0.158 in urban municipalities) per year among 1000 inhabitants or equivalently one new company among 8850 inhabitants (6369 in urban municipalities);
- 0.113 kkr average yearly income increase (0.157 kkr in urban municipalities);
- 0.083% population increase (0.17% in rural municipalities),

in Sweden at the municipality level. Based on this modelling, for municipalities in Kronoberg *län*, we can evaluate the corresponding fiber broadband impact in these aspects for the three envisioned fiber broadband evolution scenarios. Nevertheless, we should note here that these studied socio-economic indicators depend on many local socio-economic and other cultural/historical factors in different municipalities. The evaluation results based on the regression analysis is an approach to try to isolate how fiber broadband penetration would contribute to these indicators in addition to other socio-economic conditions. In other words, the most important message of this analysis is that there are indeed positive correlations between fiber broadband penetration and these studied socio-economic indicators (with at least 90% regression confidence interval).

Firstly, Table III shows newly established companies correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035. We see clearly that Växjö plays the dominant role, due to both its total population and the enhanced impact for urban municipalities. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* has the highest growth rate up to 50% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive, even though the total numbers are relatively small (from 8 to 12). On the whole Kronoberg regional level, the difference is 8.6% between Scenario 1 and Scenario 3 (with a total of 23 new companies).

Secondly, Table IV shows increased population correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035. We see that even though Växjö still has the largest population increase due to its population size, the differences among the municipalities have become significantly smaller. This is particularly obvious for the three more rural municipalities Ljungby, Markaryd and Älmhult. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* also has the highest growth rate up to 43% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive. On the whole Kronoberg regional level, the difference amounts to 13% between Scenario 1 and Scenario 3.

Thirdly, Table V shows increased average yearly income of paid employees correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035. The main feature here is the difference between the (five) more urban municipalities and the (three) more rural municipalities due to the enhanced effect in urban municipalities. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* again has the highest growth rate up to 40.4% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive. On the whole Kronoberg regional level, the difference amounts to 14% between Scenario 1 business-as-usual and Scenario 3 all-inclusive.

Nevertheless, even though the average yearly employee income increase looks marginal (between 794 - 1548 kr), the cumulated municipality tax income over years due to the increased income levels attributed to fiber broadband penetration may not be trivial. Indeed, Table VI shows the estimated cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios from year 2023 up to year 2035. We see that for the dominant municipality Växjö, the cumulated increased municipality tax income attributed to fiber broadband penetration amounts to more than 2 times respective 3 times higher than the total remaining investment of fiber or 5G FWA required to reach 99.9% homes/workplaces with at least 100 Mbps download broadband speed. On the whole Kronoberg regional level, the cumulated tax income also matches the investment requirement using 5G FWA. Again, it should be noted here that this comparison is by no means intended to recommend to use the estimated extra tax income to finance the broadband buildout in the Kronoberg region, rather than to illustrate that fiber broadband buildout will generate unseeable benefits in many aspects of the society, one of which is the increased average income levels of paid employees that simultaneously generates extra municipality tax income with cumulated values over years (2023-2035) amounting to the same level of the remaining broadband buildout investment requirement.

Table III Newly established companies correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035

	Sc_1 business as usual	Sc_2 catch-up	Sc_3 all-inclusive
Kronoberg	269	281	292
Uppvidinge	13	14	15
Lessebo	13	13	13
Tingsryd	16	18	19
Alvesta	26	29	32
Älmhult	15	18	20
Markaryd	8	11	12
Växjö	148	148	150
Ljungby	28	29	32

Table IV Increased population correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035.

	Sc_1 business as usual	Sc_2 catch-up	Sc_3 all-inclusive
Kronoberg	1765	1895	1997
Uppvidinge	70	71	76
Lessebo	68	68	68
Tingsryd	85	93	101
Alvesta	128	146	158
Älmhult	200	247	269
Markaryd	116	153	166
Växjö	688	688	695
Ljungby	411	430	464

Table V Increased average yearly income of paid employees correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in kkr.

	Sc_1 business as usual	Sc_2 catch-up	Sc_3 all-inclusive
Kronoberg	1.212	1.309	1.383
Uppvidinge	1.412	1.435	1.548
Lessebo	1.548	1.548	1.548
Tingsryd	1.302	1.435	1.548
Alvesta	1.269	1.435	1.548
Älmhult	0.847	1.018	1.115
Markaryd	0.794	1.034	1.115
Växjö	1.534	1.534	1.548
Ljungby	0.990	1.034	1.115

Table VI Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios from year 2023 up to 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal, in mnkr.

	Sc_1 business as usual	Sc_2 catch-up	Sc_3 all-inclusive		Remaining investment Fiber	Remaining investment 5G FWA
Kronoberg	588	603	616		804	607
Alvesta	57	61	64		129	92
Lessebo	26	26	26		40	37
Ljungby	61	62	65		180	139
Markaryd	17	20	21		76	63
Tingsryd	35	37	39		84	66
Uppvidinge	27	28	29		65	61
Växjö	331	331	333		158	111
Älmhult	34	38	40		71	51

Table of contents

Sammanfattning.....	100
Summary	105
1 Introduction.....	111
2 Projection of broadband evolution in Kronoberg <i>län</i>	111
2.1 Broadband penetration scenarios.....	115
3 Potential benefits of digital home services	115
3.1 Case evaluation on Älmhult <i>kommun</i>	116
3.2 Kronoberg <i>län</i>	117
4 Socio-economic impact of fiber broadband.....	123
4.1 Methodology.....	123
4.1.1 Socio-economic indicator	123
4.1.2 Regression approach	124
4.2 Regression analysis results.....	125
4.3 Socio-economic impact of fiber broadband in Kronoberg <i>län</i>	127
4.3.1 New company generation	128
4.3.2 Population increase	128
4.3.3 Income and tax increases	129
REFERENCES	134

16 Introduction

This part of the work evaluates potential benefits of broadband penetration in Kronoberg *län* from two perspectives. Firstly, potential net economic savings that high speed (> 100 Mbps) broadband access can bring about for elderly people living in their own homes that receive digital elderly home services in Kronoberg *län* are explored. More specifically, we investigate three digital elderly home services that require reliable household high-speed broadband access: 1) Digital night supervision; 2) Digital daytime supervision; 3) Digital medicine dispenser together with digital daytime supervision. Secondly, we investigate the socio-economic impact of optical fiber broadband access on population evolution, new company establishment, total number of employees, and employee average income using fixed-effect first-difference regression analysis.

The evaluation in this part of the work is based on the currently available (updated up to October 2021) (100 Mbps and optical fiber) broadband penetration (i.e., homes connected) statistics in Kronoberg *län*, and their projected values up to year 2035 for three broadband buildout scenarios, i.e., Scenario 1 business-as-usual, Scenario 2 catch-up and Scenario 3 all-inclusive.

17 Projection of broadband evolution in Kronoberg *län*

With the historical data on broadband buildout evolution in Kronoberg *län*, one may use the well-known logistic S-curve forecasting model. Logistic S-curve forecasting has been used extensively in the widest range of applications⁵⁹. It fits the 'natural growth' process of a "species" under competition with the ability to multiply inside finite '*niche capacity*' through a given time period⁶⁰. The main strength of logistic S-curve forecasting is: 1) Properly established logistic growth reflects the action of a natural law. It works everywhere, independently from scale, for example, from nano-level (molecule clustering), micro-level (yeast growth), macro-level (economy of country), and up to mega-levels (stars and galactic growth); 2) Relatively easy to apply with clear concept and working mechanism. On the other hand, the weakness of this method includes: 1) Forecasting biases towards low or high ceilings; 2) Question on if the raw or the cumulative data are to be used. This question is not easy to answer and it depends on the essential mechanism of system growing under competition and how this mechanism is perceived. Hence, forecasting based on logistic S-curve can be very illustrative if it is carried out properly. Even so, one should bear in mind that the trends forecasted by logistic S-curve are also based on certain assumptions, e.g. how big will be the value of limit of growth (i.e. the ceiling level), hence one may perceive the forecasted trends as essentially ideas on how the trends would be. Nevertheless, in this work, for projecting the broadband coverage roll-out, the weakness of this method is not obvious in that the coverage rates are essentially accumulated parameters with a maximum (ceiling) value of 100%.

⁵⁹ D. KUCHARAVY and R. DE GUIO, "APPLICATION OF S-SHAPED CURVES", ETRIA TRIZ Future Conference 2007, Frankfurt.

⁶⁰ Modis, T. "Strengths and weaknesses of S-curves", Technological Forecasting and Social Change, 2007, 74(6), 866-872.

For socio-technical systems the three-parameter S-shaped logistic growth model is applied for describing continuous "trajectories" of system's growth or decline through time. More specifically, in this work, we use the formula

$$f(x) = \frac{L}{1+e^{-k(x-x_0)}} \quad (1)$$

to model the projection, with the parameters of

- L : maximum coverage rate (i.e., $\leq 100\%$);
- k : steepness of the S-curve;
- x_0 : the time when 50% of the maximum coverage is reached.

As an illustration, Figure 28 and Figure 29 show the historical data⁶¹ and the projected fiber broadband evolution trend using formula (1) in Markaryd *kommun*. The corresponding projected fiber penetration and fiber passed rates for year 2025 and 2035 are listed in Table 46 and Table 47, respectively. We see that the fiber penetration, since the start year 2011, follows a typical S-curve evolution pattern. By applying a (least-square) curve-fitting using formula (1), i.e., by optimizing the three parameters L , k and x_0 to minimize the sum of the error squares between the real fiber penetration data and the calculated values using the formula in each (historical) year, one may project the further evolution of fiber penetration in Markaryd *kommun* in the future using the formula with the optimized three parameter (L , k , x_0) values, by assuming that the fiber penetration would follow the S-shaped logistic growth model established in the past 10 years, i.e., the so-called *business-as-usual*. Apparently, for Markaryd *kommun*, after an initial slow development, the fiber penetration experienced a dramatical take-off period between 2014-2018, and slowed down again afterwards. If no extra promoting interventions (e.g. from public and other promoting initiatives from the network owners) are to be initiated, i.e., business-as-usual, the evolution of fiber penetration in Markaryd *kommun* basically would stop to increase at the rate of 68.4% for households and 70.1% for workplaces both in year 2025 and 2035, respectively. Similarly, in regarding fiber passed, we see that if business-as-usual is to be expected, the evolution of fiber buildout in Markaryd *kommun* basically would stop to increase at the rate of 91% for households and 84% for workplaces both in year 2025 and 2035, respectively.

For the whole Kronoberg *län*, Table 48 summarizes the projected business-as-usual fiber evolution levels in year 2025 and 2035, respectively. Additionally, Table 49 shows the corresponding projected levels for the 100 Mbps access speed. Note here that the slight difference between fiber broadband and 100 Mbps access speed is ($< 0.5\%$) due to a small amount of end users connected with legacy coaxial TV cables⁶².

⁶¹ PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2021, <https://www.pts.se/sv/dokument/rapporter/internet/2022/pts-mobiltacknings--och-bredbandskartlaggning-2021-pts-er-202219/>

⁶² https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2022/internet/metodbilaga-pts-mobiltacknings-och-bredbandskartlaggning-2021_slut.pdf

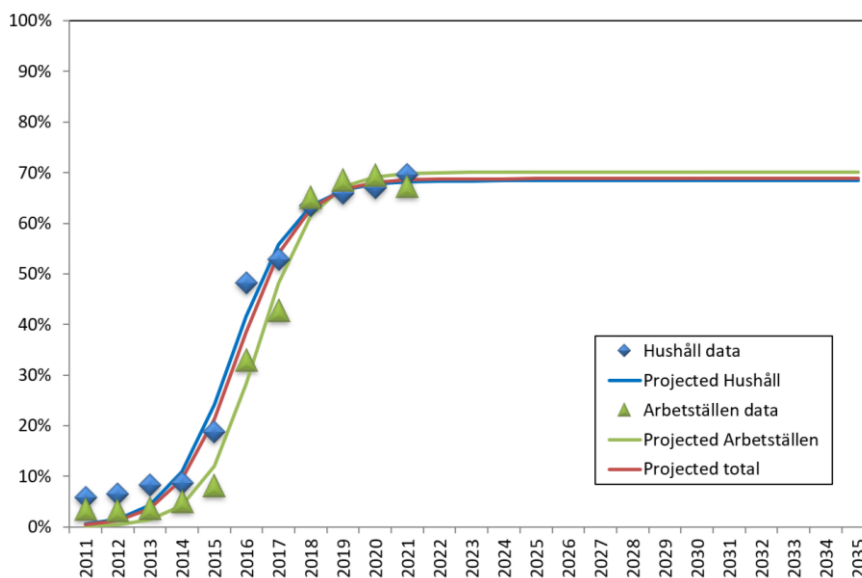


Figure 28 Historical evolution and projected fiber penetration (homes connected) trend in Markaryd kommun.

Table 46 Projected fiber penetration year 2025 and 2035 in Markaryd kommun

	Hushäll	Arbetställen	Projected total
2025	68.4%	70.1%	68.8%
2035	68.4%	70.1%	68.8%

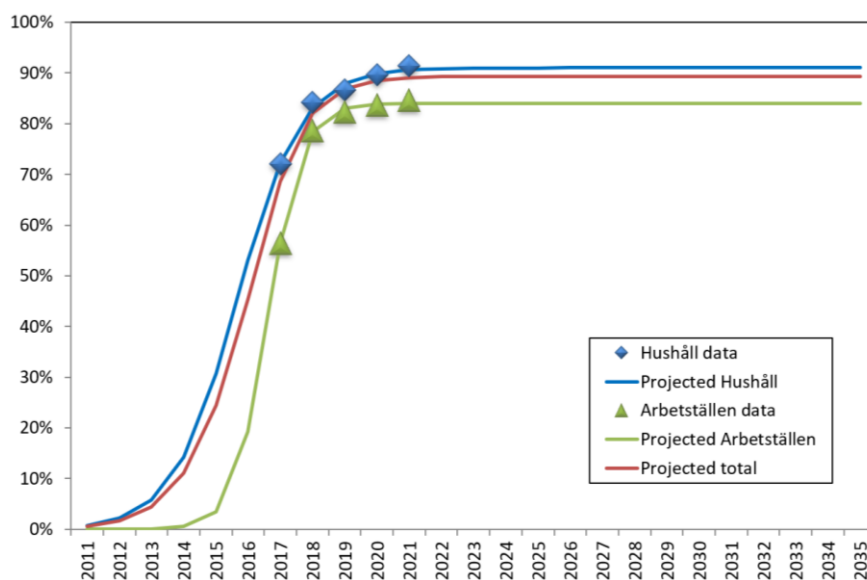


Figure 29 Historical evolution and projected fiber passed (homes passed) trend in Markaryd kommun.

Table 47 Projected fiber passed year 2025 and 2035 in Markaryd kommun

	Hushäll	Arbetställen	Projected total
2025	91.0%	84.0%	89.4%
2035	91.0%	84.0%	89.4%

Table 48 Projected fiber evaluation year 2025 and 2035 in Kronoberg län

		fiber passed			fiber connected		
		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
2025	Kronoberg	95.7%	91.4%	94.7%	89.7%	87.1%	89.1%
	Alvesta	91.3%	80.8%	88.8%	86.2%	77.5%	84.2%
	Lessebo	99.1%	98.2%	98.8%	90.1%	86.7%	89.3%
	Ljungby	94.0%	89.1%	92.8%	91.3%	86.4%	90.1%
	Markaryd	91.0%	84.0%	89.4%	68.4%	70.1%	68.8%
	Tingsryd	90.6%	88.5%	90.1%	86.9%	81.2%	85.6%
	Uppvidinge	94.0%	95.7%	94.4%	75.6%	86.8%	78.2%
	Växjö	97.7%	97.7%	97.7%	92.3%	92%	92.2%
	Älmhult	96.9%	93.5%	96.1%	71.2%	74.6%	72.0%
2035		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
	Kronoberg	95.8%	91.5%	94.8%	95.3%	91.3%	94.3%
	Alvesta	91.3%	80.8%	88.9%	90.6%	80.7%	88.3%
	Lessebo	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%	98.4%	99.0%
	Ljungby	94.0%	89.1%	92.9%	93.6%	87.4%	92.1%
	Markaryd	91.0%	84.0%	89.4%	68.4%	70.1%	68.8%
	Tingsryd	90.6%	88.6%	90.2%	90.5%	82.8%	88.7%
	Uppvidinge	94.1%	96.5%	94.6%	75.8%	89.8%	79.1%
	Växjö	97.8%	98.4%	97.9%	96.9%	97.6%	97.1%
Älmhult	99.7%	94.6%	98.5%	71.3%	74.7%	72.1%	

Table 49 Projected 100 Mbps evolution year 2025 and 2035 in Kronoberg län

		100 Mbps passed			100 Mbps connected		
		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
2025	Kronoberg	96.1%	91.8%	95.1%	90.7%	87.4%	89.9%
	Alvesta	92.2%	81.8%	89.8%	86.8%	78.2%	84.8%
	Lessebo	99.1%	98.2%	98.8%	90.1%	86.7%	89.3%
	Ljungby	94.3%	89.1%	93.1%	91.9%	86.6%	90.7%
	Markaryd	91.1%	84.0%	89.5%	68.5%	70.2%	68.9%
	Tingsryd	90.6%	88.6%	90.1%	87.0%	81.3%	85.6%
	Uppvidinge	94.1%	95.7%	94.4%	75.7%	86.8%	78.3%
	Växjö	98.14%	97.85%	98.07%	94.4%	92.7%	94.0%
	Älmhult	96.9%	93.5%	96.1%	72.1%	75.1%	72.8%
2035		Hushåll	Arbetsställen	Totalt	Hushåll	Arbetsställen	Totalt
	Kronoberg	96.2%	91.9%	95.2%	95.7%	91.6%	94.8%
	Alvesta	92.3%	81.8%	89.8%	91.6%	81.7%	89.3%
	Lessebo	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%	98.4%	99.0%
	Ljungby	94.3%	89.1%	93.1%	94.3%	87.7%	92.8%
	Markaryd	91.1%	84.0%	89.5%	68.5%	70.2%	68.9%
	Tingsryd	90.6%	88.6%	90.2%	90.6%	82.9%	88.8%
	Uppvidinge	94.1%	96.5%	94.7%	75.8%	89.8%	79.1%
	Växjö	98.17%	98.39%	98.22%	97.7%	97.7%	97.7%
Älmhult	99.7%	94.6%	98.5%	72.2%	75.2%	72.9%	

17.1 Broadband penetration scenarios

Based on Table 48 and Table 49, we may define different broadband penetration scenarios up to year 2035, i.e., apart from the Scenario 1 business-as-usual, we define Scenario 2 catch-up with the goal to reach the projected average penetration value in Kronoberg year 2035, while for Scenario 3 all-inclusive we use the highest projected value in Lessebo *kommun*, respectively. Note that for Scenario 2 catch-up, since Lessebo and Väjö are already projected above the average level, the corresponding projection levels will remain the same as for Scenario 1 business-as-usual. Table 50 and Table 51 show the corresponding penetration goals of 100 Mbps broadband for household, and fiber broadband in workplaces, respectively.

Table 50 Scenario goals for 100 Mbps household broadband penetration 2035

Scenario 1 Business-as-usual	projected
Scenario 2 Catch-up	95.7% (Kronoberg average, except Väjö and Lessebo)
Scenario 3 All-inclusive	99.1% (highest projected value in Lessebo)

Table 51 Scenario goals for fiber broadband workplace penetration 2035

Scenario 1 Business-as-usual	projected
Scenario 2 Catch-up	91.3% (Kronoberg average, except Väjö and Lessebo)
Scenario 3 All-inclusive	98.4% (highest projected value in Lessebo)

18 Potential benefits of digital home services

This part of the work evaluates potential net economic savings that high speed (> 100 Mbps) broadband access can bring about for elderly people living in their own homes that receive one or more digital home services in Kronoberg *län*. The evaluation model is based on RISE previous work in this field⁶³. More specifically, we investigate three digital elderly home services that require reliable high-speed household broadband access:

1. Digital night supervision;
2. Digital daytime supervision;
3. Digital medicine dispenser together with digital daytime supervision.

In evaluating potential economic benefits of digital home services, the most important parameter is the total number of elderly home service receivers. Table 52 shows the total number of home service receivers over 65 in each *kommun* in Kronoberg *län* extracted from the Swedish region and *kommun* statistical database Kolada⁶⁴. In the table the assumed

⁶³ Rapport: Modell för beräkning av nyttan av bredband och digitalisering, https://digitaliseringssnuran.se/Content/Slutrappport_28aug_2018.pdf

⁶⁴ Antal personer 65+ år med hemtjänst i ordinärt boende. Avser fram till 2020 ett snitt av årets månader, från 2021 en kommunindividuell median. Personer med hemtjänstbeslut som endast omfattar trygghetslarm, matdistribution, avlösning eller ledsagning har exkluderats. Ålder beräknas

annual growth rate of elderly home service receivers in each *kommun* is also listed, according to the evaluation model⁶⁵, i.e., for more urban municipalities (Växjö, Alvesta and Lessebo) the annual growth rate is assumed to be 2%, while for other more rural municipalities the annual growth rate is assumed to be 1%. Furthermore, in the evaluation, we assume that 8% of the home service receivers would utilize each of the digital home services listed above (while in general the utilization grade is expected to be between 5-10% for each digital home service).

Table 52 Total number of home service receivers over 65 and assumed annual growth rate

	HTT_2020	htt_anual
Uppvidinge	156	1%
Lessebo	142	2%
Tingsryd	256	1%
Alvesta	286	2%
Älmhult	253	1%
Markaryd	229	1%
Växjö	1 177	2%
Ljungby	458	1%

18.1 Case evaluation on Älmhult *kommun*

As an illustration, we use Älmhult *kommun* to show the potential net economic savings and the gaps between the maximum potential and expected benefit realizations in regarding different broadband penetration scenarios. Firstly, Figure 30 and Figure 31 show the yearly and cumulated full potential net economic savings in Älmhult *kommun* up to year 2035, respectively, based on the evaluation model⁶⁶, assuming that all the elderly home service receivers have the required broadband connections in their homes, i.e. 100% broadband penetration with at least 100 Mbps speed. We see that over the period of 2023-2035, digital home services would result in up to 91 million SEK economic benefit, if we assume 100% high-speed household broadband penetration. However, the reality is that, if we recall Table 49, business-as-usual (Scenario 1) 100 Mbps household broadband penetration is projected at 72.1% in year 2025 and 72.2% in year 2035, respectively, as shown in Figure 32. Furthermore, if we use the 100 Mbps broadband penetration goals for households as shown in Table 50 for Scenario 2 catch-up and Scenario 3 all-inclusive, we may project the corresponding (100 Mbps broadband) evolutions as shown in Figure 33 (by manually setting the S-curve projection ceiling values).

Consequently, Figure 34 and Figure 35 show the yearly and cumulated potential full and scenario realistic net economic savings in Älmhult *kommun* up to year 2035, respectively. Scenario realistic net economic savings are calculated by scaling the full potential (100% penetration) with realistic 100 Mbps broadband penetration values in each year for the 3 different scenarios. We see clearly that compared to the ideally complete

efter hur många år personen har fyllt vid mätdagen (sista dagen) respektive månad. Källa: SCB och Socialstyrelsen.

⁶⁵ Rapport: Modell för beräkning av nyttan av bredband och digitalisering, https://digitaliseringssnuran.se/Content/Slutrappport_28aug_2018.pdf

⁶⁶ Rapport: Modell för beräkning av nyttan av bredband och digitalisering, https://digitaliseringssnuran.se/Content/Slutrappport_28aug_2018.pdf

100% high-speed broadband penetration, the realistic net potential savings become significantly decreased, especially for Scenario 1 business-as-usual with a reduction of nearly 30%. Worth noting also is that here we assume that the 100 Mbps penetration rate is the same for elderly people living in their own homes as for other user groups e.g. working age people. This assumption is in reality most likely to be too optimistic, in considering that elderly people usually lag behind in acquiring high speed broadband home access, especially for those living in rural areas that are most likely belong to those last 2% of households to be passed after year 2025. On the other hand, we see that compared to the full potential economic benefits, for Scenario 3 all-inclusive and even Scenario 2 catch-up the differences are significantly smaller, suggesting that enhancing the 100 Mbps broadband penetration rate in Älmhult *kommun* to the Kronoberg regional average level (dominated by Växjö *kommun*) should be prioritized.

Figure 36 shows cumulated scenario realistic net economic savings in Älmhult *kommun* up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal. We see that even for Scenario 1 business-as-usual the cumulated net digital home service economic savings would match the level of the required investment to pass 99.9% households/workplaces in Älmhult *kommun* with at least 100 Mbps downlink speed. Nevertheless, it should be noted here that this comparison is by no means intended to recommend to use the potentially saved home service budget to finance the broadband buildout in Älmhult *kommun*, rather than to illustrate that high-speed broadband buildout will generate unseeable benefits in many aspects of the society, one of which is elderly home care using high-speed broadband enabled digital home services that generate potential economic benefits at the same level of the remaining broadband buildout investment requirement.

18.2 Kronoberg *län*

Figure 37 - Figure 43 show cumulated scenario realistic net economic savings in each *kommun* in Kronoberg up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal. Figure 44 shows the corresponding summed values for the whole Kronoberg *län*. We can see that in general, not surprisingly, the potential digital home service savings in Växjö and Lessebo are at levels well above the remaining high-speed broadband investment required to pass the remaining households/workplaces, due to their currently (up to October 2021) higher broadband penetration rates. In regarding the whole Kronoberg, the cumulated net home service economic savings almost matches the level of the remaining required investment to pass 99.9% households/workplaces with at least 100 Mbps downlink speed, similar to Älmhult *kommun*.

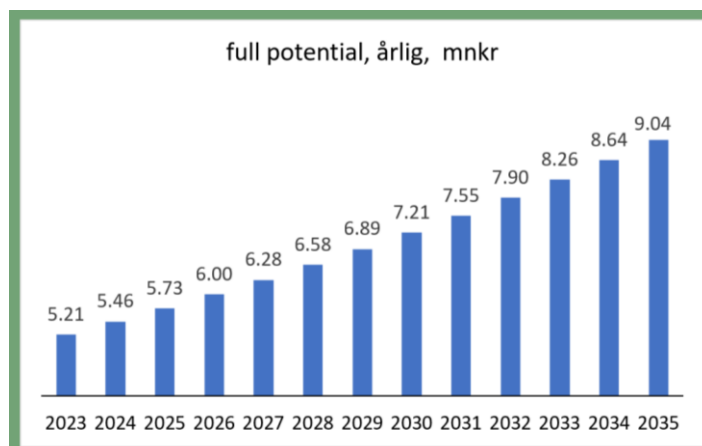


Figure 30 Potential full net economic savings in Älmhult kommun up to year 2035.

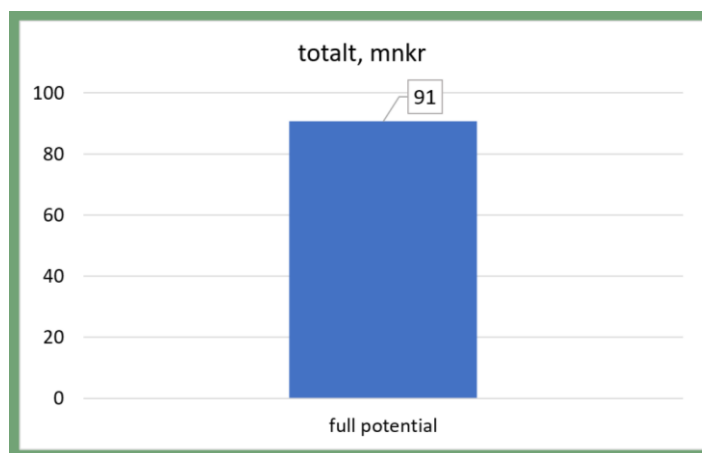


Figure 31 Cumulated potential full net economic savings in Älmhult kommun up to year 2035.

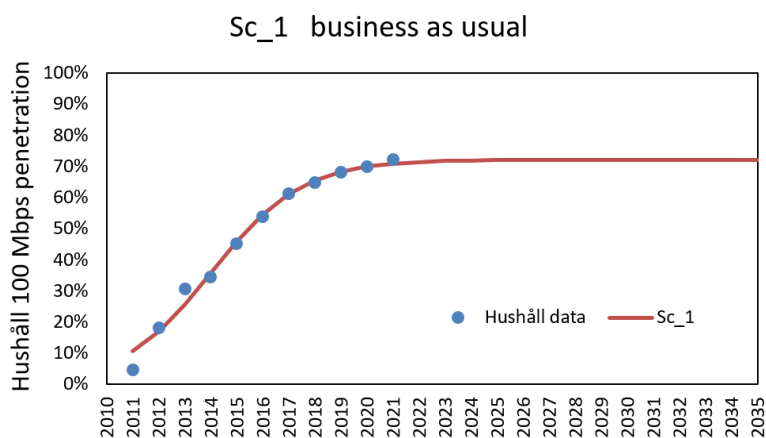


Figure 32 Projected business-as-usual (Sc_1) 100 Mbps household broadband penetration in Älmhult kommun up to year 2035.

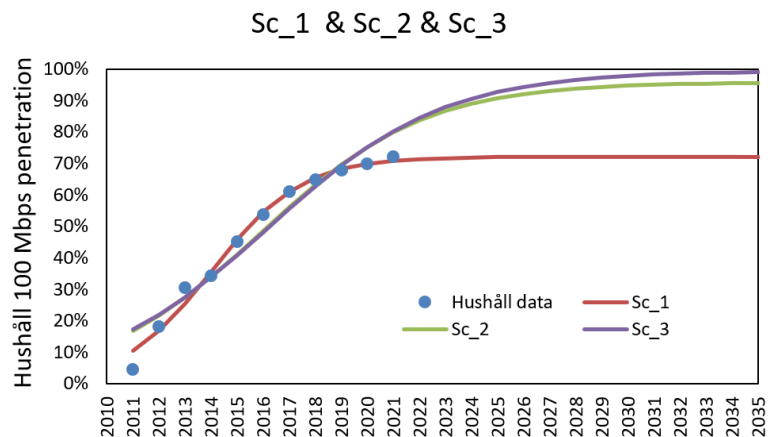


Figure 33 Projected 100 Mbps household broadband penetration scenarios in Älmhult kommun up to year 2035. Sc_1: business-as-usual; Sc_2: catch-up; Sc_3: all-inclusive.

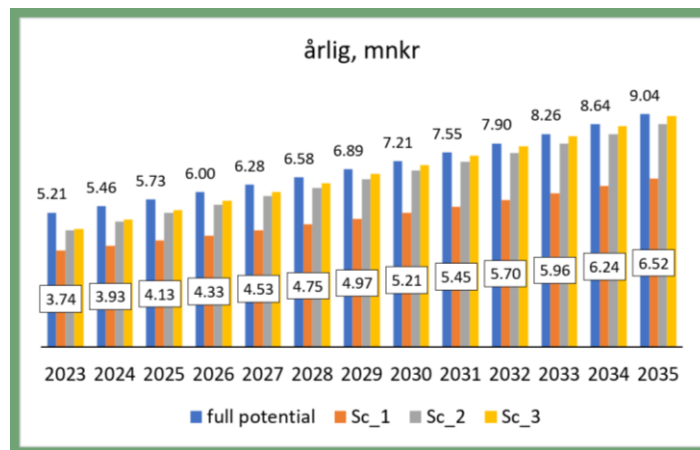


Figure 34 Potential full and scenario realistic net economic savings in Älmhult kommun up to year 2035. Higher marked value: full potential; lower marked value: business-as.usual.

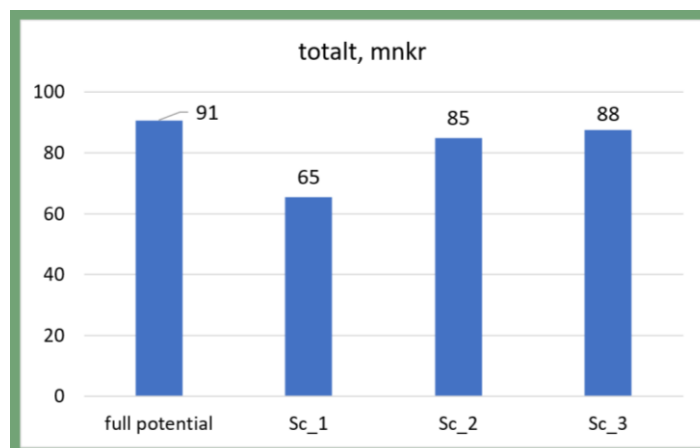


Figure 35 Cumulated potential full and scenario realistic net economic savings in Älmhult kommun up to year 2035.

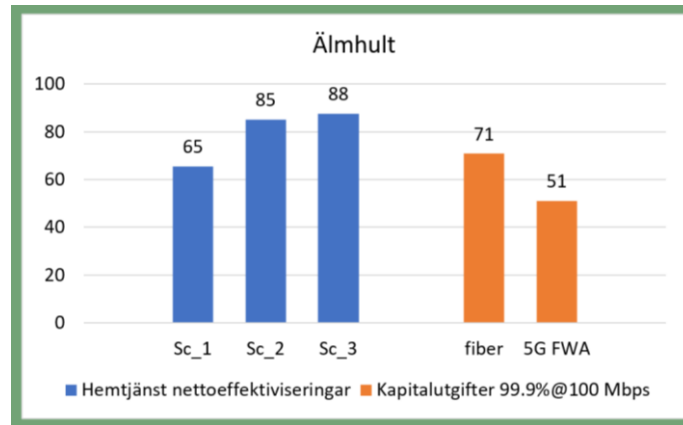


Figure 36 Cumulated scenario realistic net economic savings in Älmhult kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

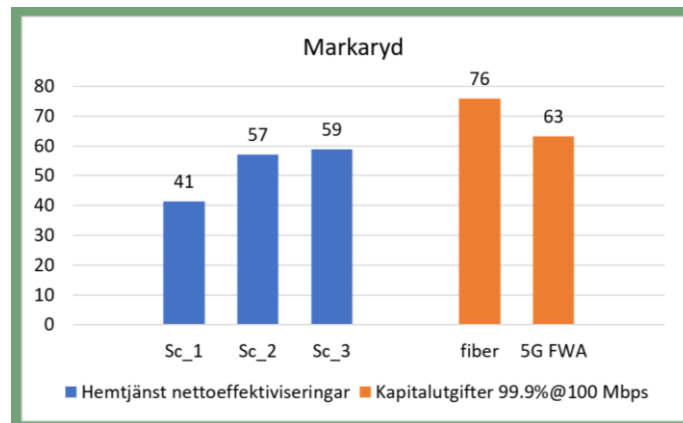


Figure 37 Cumulated scenario realistic net economic savings in Markaryd kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

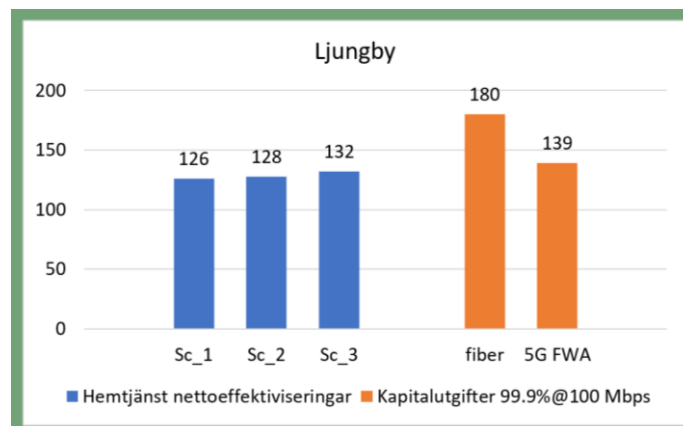


Figure 38 Cumulated scenario realistic net economic savings in Ljungby kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

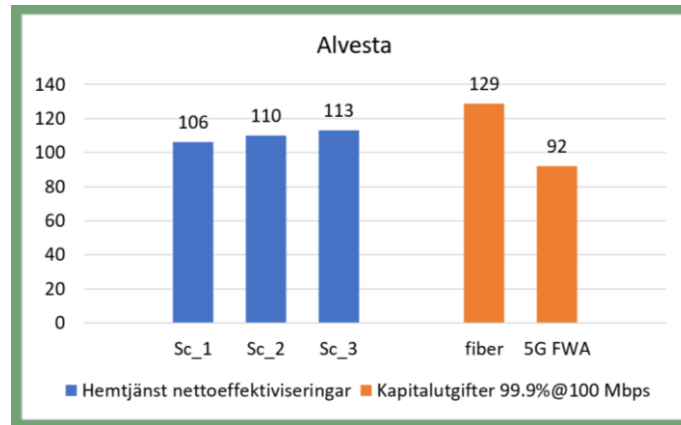


Figure 39 Cumulated scenario realistic net economic savings in Alvesta kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

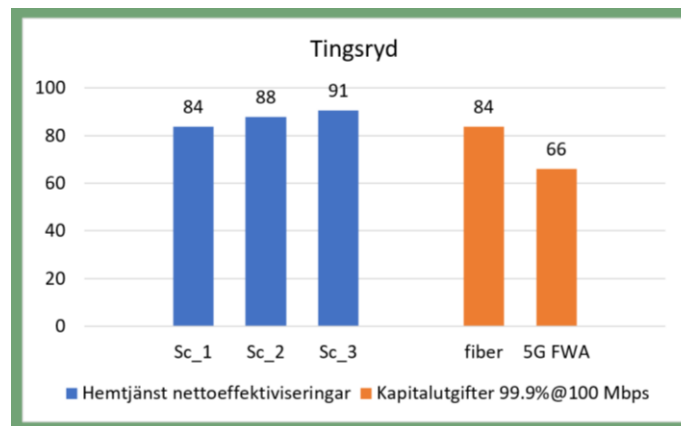


Figure 40 Cumulated scenario realistic net economic savings in Tingsryd kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

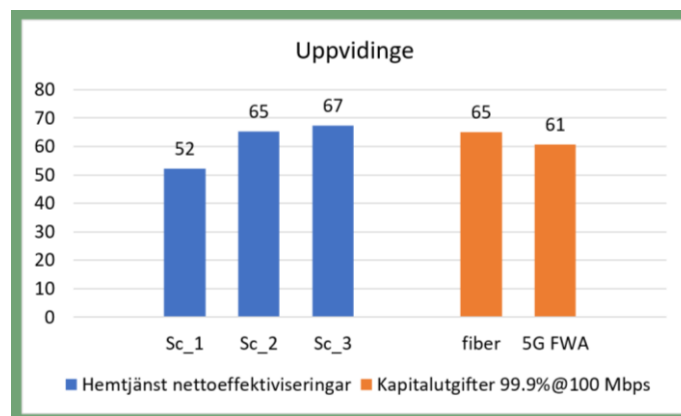


Figure 41 Cumulated scenario realistic net economic savings in Uppvidinge kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

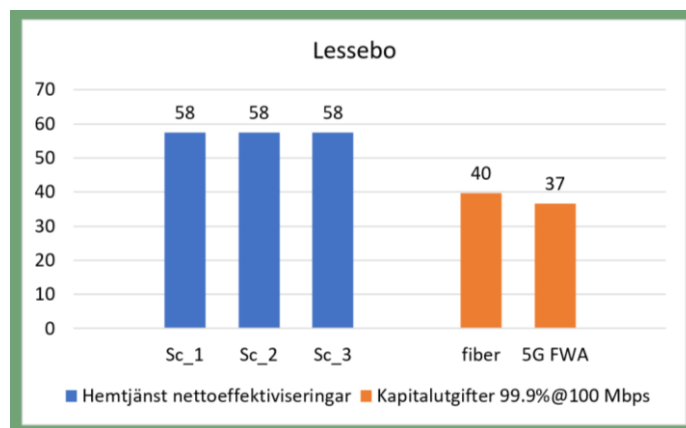


Figure 42 Cumulated scenario realistic net economic savings in Lessebo kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

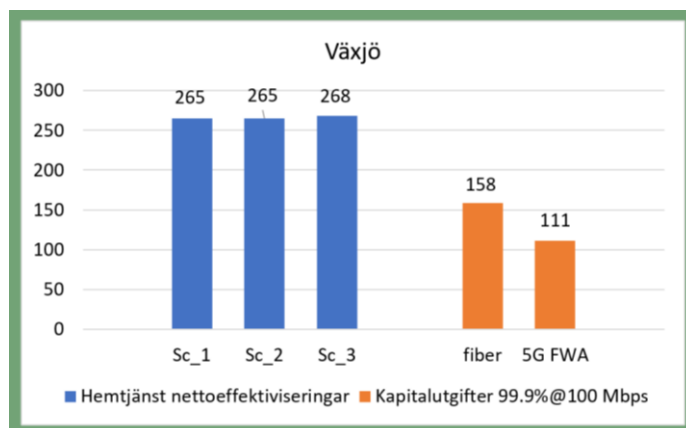


Figure 43 Cumulated scenario realistic net economic savings in Växjö kommun up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

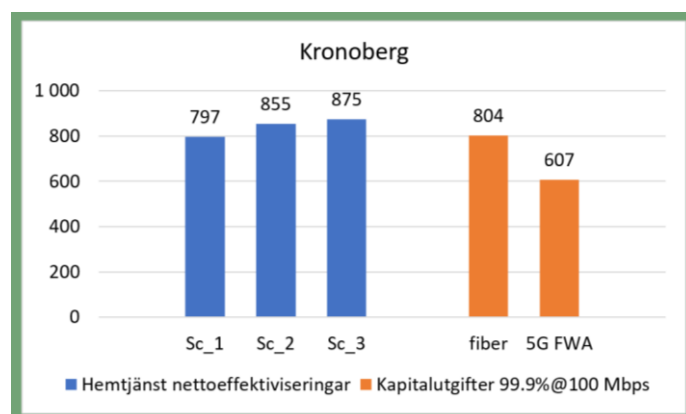


Figure 44 Cumulated scenario realistic net economic savings in the whole kronoberg län up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal.

19 Socio-economic impact of fiber broadband

The socio-economic impact of broadband penetration had been studied extensively accompanying the expansion of the broadband infrastructure. Among these studies the general consensus is that basic broadband penetration (from none or upgraded from 256 kbps to the order of 2-6 Mbps) indeed has positive impact on economic growth and performance in terms of e.g. GDP and employment (Lehr et al. 2009, Shideler et al. 2007, Katz et al. 2010, Jayakar et al. 2013, Atasoy 2013, Bertschek et al. 2013, Gruber et al. 2013, Whitacre et al 2014-1, Whitacre et al 2014-2). Nevertheless, with the ever-increasing mainly video-oriented content distributions and services, and the huge number of new devices that are expected to be connected to the network with the advent of the 5G era, the underlying broadband infrastructure has been rapidly evolving to meet the online traffic demands towards a Gigabit society where, e.g., all the European households should have access to networks offering a download speed of at least 100 Mbps and which can be upgraded to 1 Gbps by 2025⁶⁷. In the meantime, studies on the socio-economic impact of broadband speed differentiation or high-speed (20-30 Mbps and beyond) and fiber broadband access are far more controversial showing a mixed picture (Rohman et al. 2012, Grenestam 2013, Kongaut et al. 2014, Bai 2016, Lapointe 2015, Briglauer et al. 2017, Hasbi 2017, Nordin et al 2019). On the national level, Rohman et al. (2012) and Kongaut et al. (2014) showed that faster broadband speed stimulated higher GDP for OECD countries. Briglauer et al. (2017) also estimated a small but significant effect of fiber-based ultra-fast broadband above the effect of basic broadband on GDP for EU27 member states. By comparison, on the county/municipality level, even though Lapointe (2015) and Hasbi (2017) showed a positive association between the economic impacts (in terms of employment and number of firms) and fast broadband represented by fiber-based internet access, Grenestam (2013), Bai (2016) and Nordin et al (2019) reported that (fiber-based) faster broadband either did not generate greater positive effects compared to normal-speed broadband, or was even estimated to have a negative effect on enterprises' sales and employment level.

In this work, we continue the effort in investigating the socio-economic impact of fiber-based broadband access on the municipality level in Sweden. In our previous study we already observed early stage statistically significant impact (Forzati et al. 2012, Li et al. 2018). In this work, we further developed our previous studies by investigating the fiber broadband access impact on population evolution, new company establishment, total number of employees, and average income per capita using first-difference regression based on an 8-year panel data set (since the availability of the fiber penetration data in Sweden from year 2010).

19.1 Methodology

19.1.1 Socio-economic indicator

Socio-economic indicators at the municipality level have been considered as an appropriate choice to achieve a good balance between a sufficiently large data sample size and a reasonably good data aggregation level. Since GDP statistics are only available at the national

⁶⁷ EU Policy (2016). *Connectivity for a European Gigabit Society*.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/improving-connectivity-and-access>.

level, we used the following 4 parameters as the socio-economic impact indicators of fiber broadband penetration at the municipality level:

- newly established companies per 1000 capita;
- population evolution;
- total number of paid employees over 16 years old;
- average income of paid employees over 16 years old.

There are 290 municipalities in Sweden (hence a maximum of 290 observations are available if the analysis is on this level). In addition, the Swedish Association of Local Authorities and Regions (SKR) divides the municipalities into different categories (at various regional aggregation levels)⁶⁸. Accordingly, in this study, apart from treating all the municipalities as a whole, we also divide them into two major groups, namely urban and rural municipalities, using SKR's categorization, as shown in Table 53. Hence, we can also differentiate the socio-economic impact of fiber broadband penetration on different municipality types, based on which implications to e.g. public intervention policy on the roll-out of fiber deployment in different areas may be inferred. Table 54 shows the corresponding municipality categories in Kronoberg län.

Table 53 Municipalities in Sweden

Municipality type	Total number	Definition
All	290	
Urban	154	Middle to large cities and municipalities around them
Rural	136	Small towns and other rural municipalities

Table 54 Municipalities categories in Kronoberg län

Municipality	Municipality group	Municipality type
Uppvidinge	B5	urban
Lessebo	B4	urban
Tingsryd	B5	urban
Alvesta	B4	urban
Älmhult	C7	rural
Markaryd	C7	rural
Växjö	B3	urban
Ljungby	C6	rural

19.1.2 Regression approach

In this work, we use the widely adopted fixed-effect regressions controlling both county/municipality- and time-fixed effects on an 8-year panel data set. Controlling of unobserved time-invariant municipality-fixed effects was carried out using the first-difference of the involved variables. The reason that first-difference was adopted is that the statistics of total number of registered companies at the municipality level in Sweden is not

⁶⁸<https://skr.se/tjanster/kommunerochregioner/faktakommunerochregioner/kommungruppsindelning.2051.html>

publicly available, hence we used the publicly available statistics of newly established companies as an analogue to the first-difference of all the registered companies. Mathematically, the first-difference regression model is represented as:

$$\Delta Y_i(t_{-1} \rightarrow t) = \beta_0 + \beta_{FP} \Delta FP(t_{-1} \rightarrow t) + \beta_i \Delta X_i(t_{-1} \rightarrow t) + \dots + \gamma(t_{-1} \rightarrow t) \quad (2)$$

where $\Delta Y_i(t_{-1} \rightarrow t)$ denotes the yearly change (from year t_{-1} to t) of the studied socio-economic indicator, and $\Delta FP(t_{-1} \rightarrow t)$ denotes the yearly change of fiber broadband penetration levels. In the meantime, a dummy variable $\gamma(t_{-1} \rightarrow t)$ was included to control the time-fixed effect, i.e., any unobserved trend of change over the studied time period. In addition, a set of other control variable (changes) $\Delta X_i(t_{-1} \rightarrow t)$ were employed if they were found to be statistically significant in order to isolate the impact of fiber broadband penetration to the best achievable.

In the analysis, an 8-year panel data set between 2010-2017 on the Swedish municipality level was utilized. The starting year 2010 was selected due to the earliest available time of the fiber penetration data to the Swedish households or workplaces published by the Swedish Post and Telecom Authority (PTS). Apart from the statistics of fiber broadband penetration, Table 55 lists the dependent variables corresponding to the studied socio-economic indicators. Note that for the population evolution and the total number of paid employees, we used the natural logarithm of their corresponding statistics in the model. Furthermore, the statistics of new company establishment was used as an analogue to the first-difference of all the companies established in a municipality (as the statistics of total number of companies at the municipality level is not publicly available).

Table 56 lists the independent control variables used in this study. Apart from the major control variables of fiber broadband penetration in both households and workplaces, other independent variables that were found to contribute significantly to at least one of the 4 socio-economic indicators are the average household income, urbanization level and the municipality income tax rate.

Table 55 Dependent variables

NC	Newly established companies per 1000 inhabitants
Lnpop	log(population)
Lnemp	log(total number of paid employees over 16 years old)
Income	Average yearly income of paid employees over 16 years old

Table 56 Independent variables

FP_household	Fiber penetration household
FP_workplace	Fiber penetration workplace
HI	Average household income
Urb	Municipality urbanization level
Tax	Municipality income tax rate

19.2 Regression analysis results

Table 57 - Table 60 show the respective coefficients and the corresponding t-statistics of the fiber broadband access impact on the studied socio-economic indicators. In the regressions, robust variance estimator was always used to correct for heteroskedasticity etc. Both Fiber broadband penetration in workplaces and households were evaluated. Moreover, in addition to regressions on all the municipalities, the evaluation was also further differentiated between urban and rural area municipalities. From the results shown in these tables, we can see that, on the one hand, for regressions on all the municipalities,

- fiber broadband penetration in workplaces shows significant positive associations (with at least 90% confidence interval) with new company establishment, population evolution and average yearly income of paid employees over 16 years old for all the municipalities, while fiber broadband penetration in households shows no significant associations to all the studied socio-economic indicators;
- for the total number of paid employees over 16 years old, no impact of fiber broadband penetration can be seen.

On the other hand, if we further differentiate the impact on urban and rural municipalities, we can see that,

- newly established companies and the average yearly income of paid employees over 16 years old are significantly and positively associated with fiber broadband penetration in workplaces in urban municipalities, while no significant associations can be seen in rural municipalities;
- by contrast, the population evolution in rural municipalities is significantly and positively associated with fiber broadband penetrations in both households and workplaces, while in urban municipalities, no significant associations can be seen.

The attentive reader may notice that so far we have been cautious in claiming any causality in analyzing the results. Nevertheless, the first-difference technique is essentially a form of fixed-effect modeling and allows for some preliminary claims regarding causality, although endogeneity is still a concern (Whitacre et al 2014-1, Lapointe 2015, Hasbi 2017). Moreover, compared to previously reported work using first-difference regressions in this field (Whitacre et al 2014-1, Bai 2016) we have gone one step further to include also the control on the (yearly) time-fixed effect, hence we believe that our results present a stronger case towards a causality association between fiber broadband access (especially in workplaces) and the studied socio-economic aspects in the Swedish society.

In regarding the total number of paid employees, as can be seen in Table 59, fiber broadband penetration did not show any impact during the studied period of time. We attribute this to the record low interest rate during this period of time in Sweden⁶⁹, during which the central bank interest rate had been kept on dropping since 2011 and reaching as low as -0.5% in 2017. Consequently, the construction industry and the housing market in Sweden had been boosted dramatically resulting in a continuous increase of employment rate during this period of time⁷⁰. We believe that this trend of change with time has been well captured by the time-fixed effect control in our analysis, meanwhile the impact of fiber broadband penetration was outweighed.

⁶⁹ <https://thistimeitisdifferent.com/swedens-first-interest-rate-hike-in-seven-years-would-put-pressure-on-the-european-central-bank-to-act>

⁷⁰ <https://e-markets.nordea.com/index.html#!/article/44131/sweden-solid-labour-report>

Table 57 First-difference regression results – newly established companies per 1000 inhabitants

Fiber penetration	Total municipalities	Urban municipalities	Rural municipalities
FP_workplace (t-statistics)	1.13* (t: 1.79)	1.58* (t: 1.87)	0.95 (t: 1.16)
FP_household (t-statistics)	0.63 (t: 1.01)	0.87 (t: 1.07)	0.80 (t: 0.96)

Table 58 First-difference regression results – population evolution

Fiber penetration	Total municipalities	Urban municipalities	Rural municipalities
FP_workplace (t-statistics)	0.0083** (t: 2.40)	0.0044 (t: 1.00)	0.017*** (t: 3.55)
FP_household (t-statistics)	0.0046 (t: 1.23)	0.00080 (t: 0.18)	0.015** (t: 2.67)

Table 59 First-difference regression results – number of paid employees over 16 years old

Fiber penetration	Total municipalities	Urban municipalities	Rural municipalities
FP_workplace (t-statistics)	0.00029 (t: 0.04)	0.013 (t: 1.15)	-0.012 (t: -1.13)
FP_household (t-statistics)	-0.00041 (t: -0.05)	0.016 (t: 1.34)	-0.018 (t: -1.48)

Table 60 First-difference regressions - average yearly income of paid employees over 16 years old

Fiber penetration	Total municipalities	Urban municipalities	Rural municipalities
FP_workplace (t-statistics)	1.13* (t: 1.72)	1.57* (t: 1.74)	0.69 (t: 0.78)
FP_household (t-statistics)	0.87 (t: 1.39)	1.30 (t: 1.59)	0.41 (t: 0.47)

19.3 Socio-economic impact of fiber broadband in Kronoberg län

From the fixed-effect first-difference regression analysis results shown in Table 57 - Table 60, we see that with at least 90% confidence interval, given all the other factors remain the same, 10% increase of fiber broadband penetration in work places would result in:

- 0.113 new company registrations (0.158 in urban municipalities) per year among 1000 inhabitants or equivalently one new company among 8850 inhabitants (6369 in urban municipalities);
- 0.113 kkr average yearly income increase (0.157 kkr in urban municipalities);
- 0.083% population increase (0.17% rural municipalities),

in Sweden at the municipality level. Based on this modelling, for municipalities in Kronoberg län, we may evaluate the corresponding fiber broadband impact in each of these aspects.

19.3.1 New company generation

Figure 45 shows newly established companies that can be attributed to fiber broadband penetration for the three scenarios up to year 2035 in Kronoberg *län*, using projected fiber penetration rates in workplaces as shown in Table 51. In the figure, the 90% confidence interval range is also shown. We see clearly that Växjö plays the dominant role, due to both its total population and the enhanced impact for urban municipalities. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* has the highest growth rate up to 50% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive, even though the total numbers are relatively small (from 8 to 12). On the whole Kronoberg regional level, the difference is 8.6% between Scenario 1 and Scenario 3 (with a total of 23 new companies). Nevertheless, we should note here that new company establishment depends on many local socio-economic and other cultural/historical factors in different municipalities. The evaluation results based on the regression analysis is an approach to try to isolate how fiber broadband penetration would contribute to new company generation in addition to other socio-economic conditions. In other words, the most important message of this analysis is that there is indeed a positive correlation between fiber broadband penetration and new company generation (with at least 90% regression confidence interval).

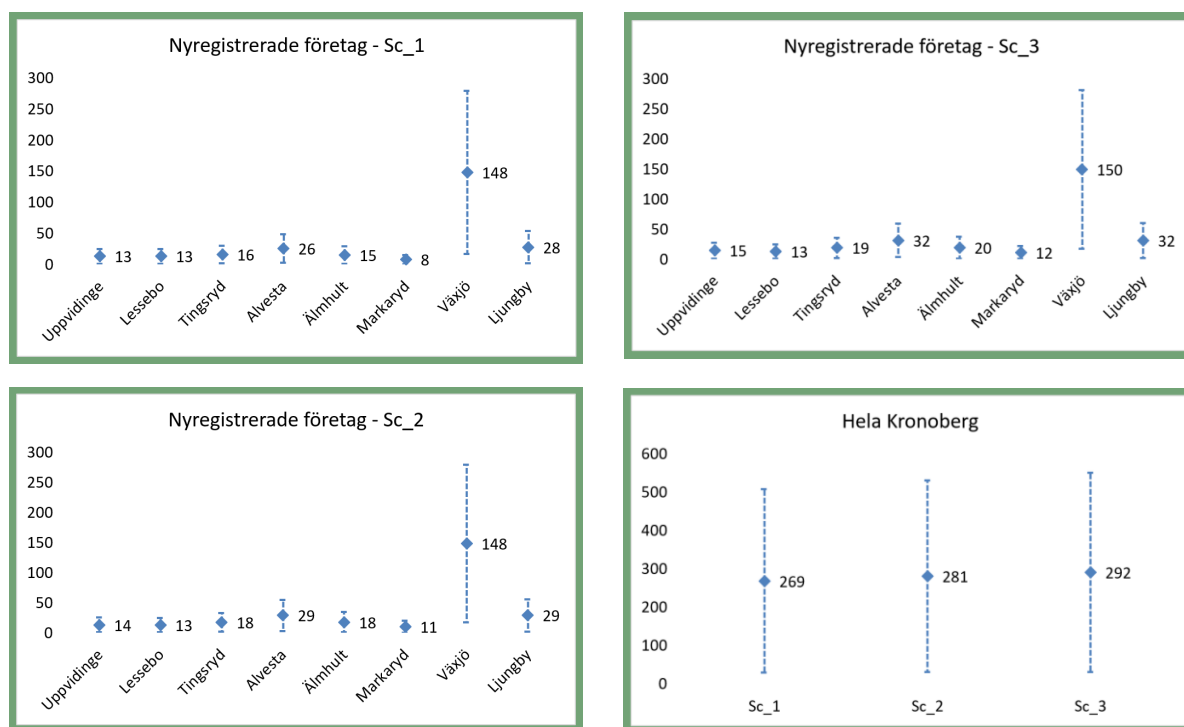


Figure 45 Newly established companies correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035.

19.3.2 Population increase

Figure 46 shows population increase that can be attributed to fiber broadband penetration for the three scenarios up to year 2035 in Kronoberg *län*, using projected fiber penetration rates in workplaces as shown in Table 51. In the figure, the 90% confidence interval range is also shown. We see that even though Växjö still has the largest population increase due to its population size, the differences among the municipalities have become significantly smaller.

This is particularly obvious for the three more rural municipalities Ljungby, Markaryd and Älmhult. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* also has the highest growth rate up to 43% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive. On the whole Kronoberg regional level, the difference amounts to 13% between Scenario 1 and Scenario 3. Again, we should note here that population evolution depends on many local socio-economic and other cultural/historical factors in different municipalities. The evaluation results based on the regression analysis is an approach to try to isolate how fiber broadband penetration would contribute to population increase in addition to other socio-economic conditions. In other words, the most important message of this analysis is that there is indeed a positive correlation between fiber broadband penetration and population increase (with at least 90% regression confidence interval).

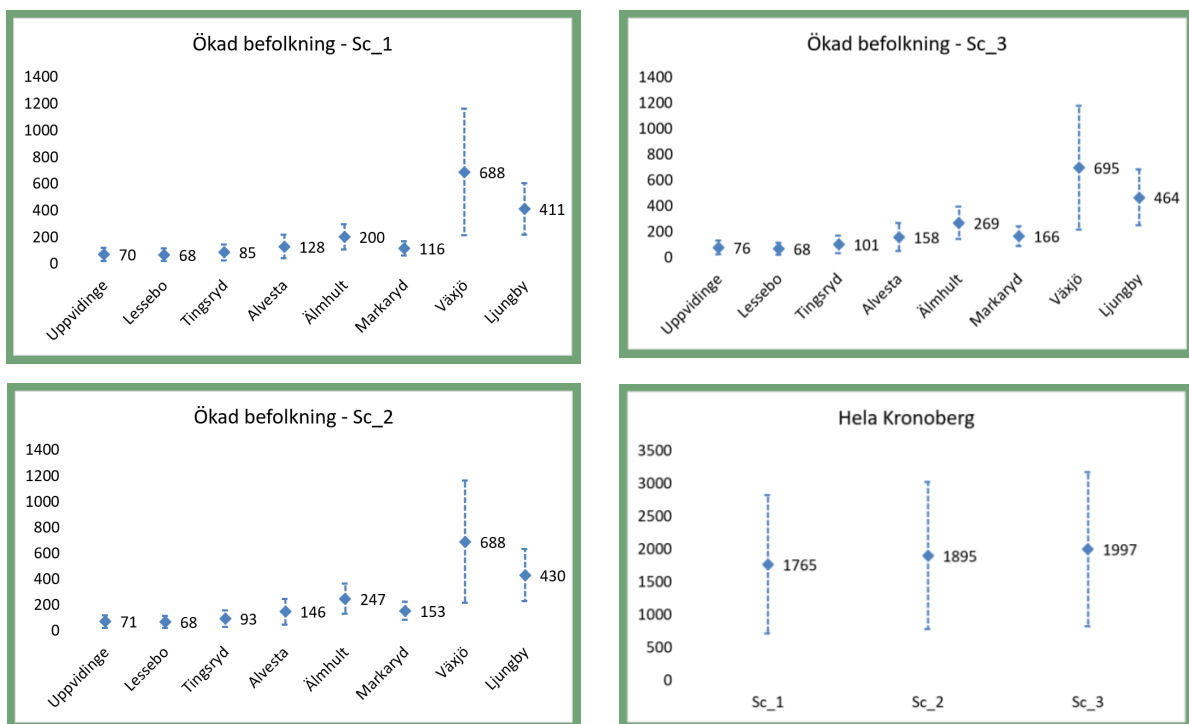


Figure 46 Increased population correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035.

19.3.3 Income and tax increases

Figure 47 shows increased average yearly income of paid employees that can be attributed to fiber broadband penetration for the three scenarios up to year 2035 in Kronoberg *län*, using projected fiber penetration rates in workplaces as shown in Table 51. In the figure, the 90% confidence interval range is also shown. We see that the main feature here is the difference between the (five) more urban municipalities and the (three) more rural municipalities due to the enhanced effect in urban municipalities. In regarding the difference between scenarios, Markaryd *kommun* again has the highest growth rate up to 40.4% from Scenario 1 business-as-usual to Scenario 3 all-inclusive. On the whole Kronoberg regional level, the difference amounts to 14% between Scenario 1 business-as-usual and Scenario 3 all-inclusive. Again, we should note here that the average income depends on many local socio-economic factors. The evaluation results based on the regression analysis is an approach to try to isolate how fiber broadband penetration would contribute to the average income increase in addition to other

socio-economic conditions. In other words, the most important message of this analysis is that there is indeed a positive correlation between fiber broadband penetration and average employee income increase (with at least 90% regression confidence interval).

Nevertheless, even though the average yearly employee income increase looks marginal (between 794 - 1548 kr), the cumulated municipality tax income over years due to the increased income levels attributed to fiber broadband penetration may not be trivial. Indeed, Figure 48 - Figure 56 show the estimated cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios from year 2023 up to year 2035. In this evaluation, the municipality tax rates are assumed remain the same as in year 2022, while the total number of employees are assumed to increase annually by 2% for more urban municipalities (Växjö, Alvesta and Lessebo) while by 1% for other more rural municipalities. We see that indeed, for the dominant municipality Växjö, the cumulated increased municipality tax income attributed to fiber broadband penetration amounts to more than 2 times respective 3 times higher than the total remaining investment of fiber or 5G FWA required to reach 99.9% homes/workplaces with at least 100 Mbps download broadband speed. On the whole Kronoberg regional level, the cumulated tax income also matches the investment requirement using 5G FWA. Again, it should be noted here that this comparison is by no means intended to recommend to use the estimated extra tax income to finance the broadband buildout in the Kronoberg region, rather than to illustrate that fiber broadband buildout will generate unseeable benefits in many aspects of the society, one of which is the increased average income levels of paid employees that simultaneously generates extra municipality tax income with cumulated values over years amounting to the same level of the remaining broadband buildout investment requirement.

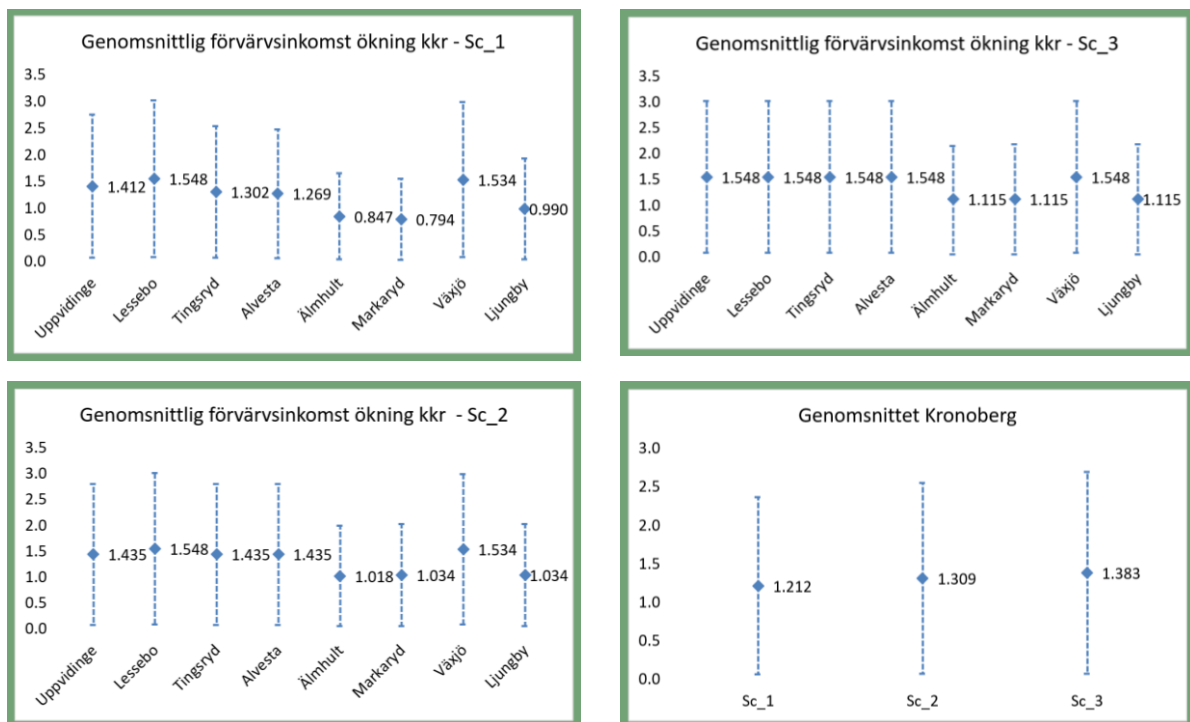


Figure 47 Increased average yearly income of paid employees correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035.

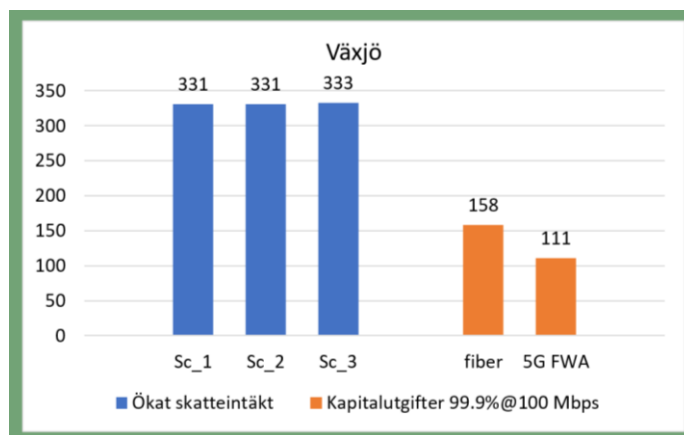


Figure 48 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Växjö kommun.

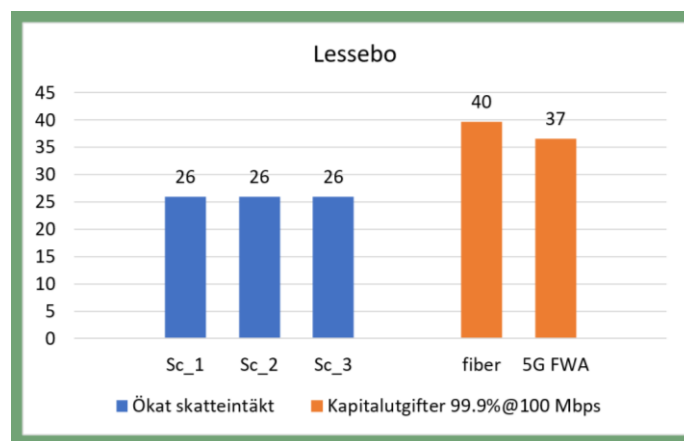


Figure 49 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Lessebo kommun.

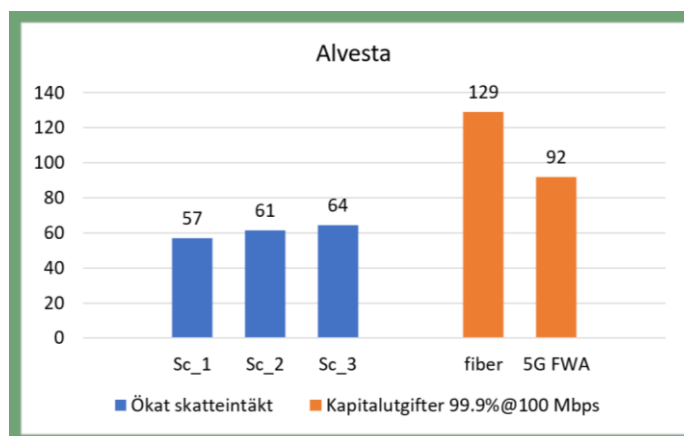


Figure 50 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Alvesta kommun.

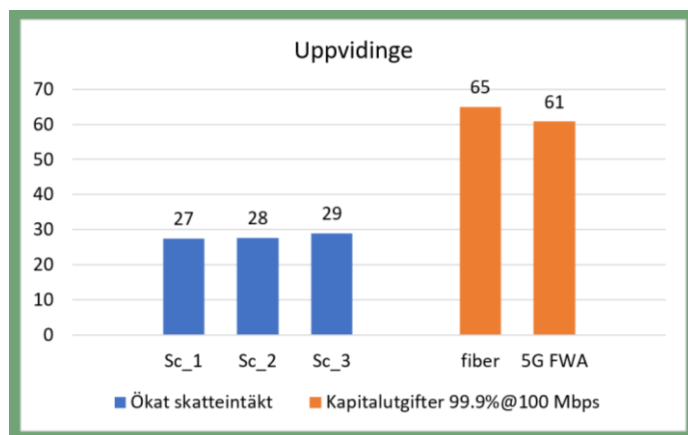


Figure 51 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Uppvidinge kommun.

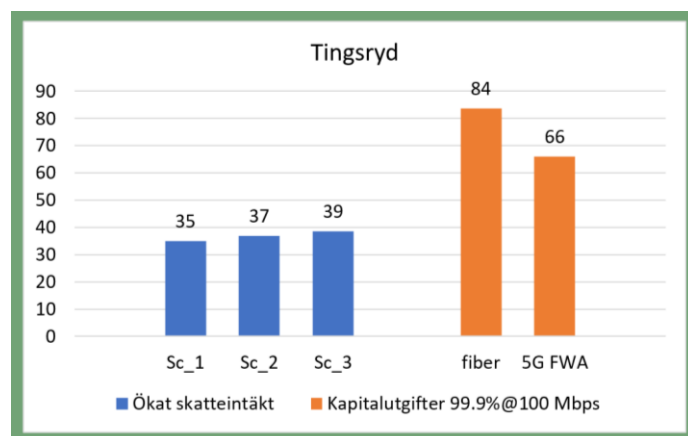


Figure 52 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Tingsryd kommun.

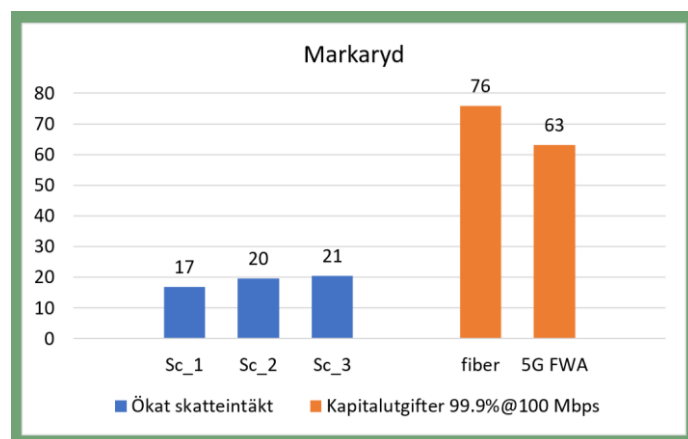


Figure 53 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Markaryd kommun.

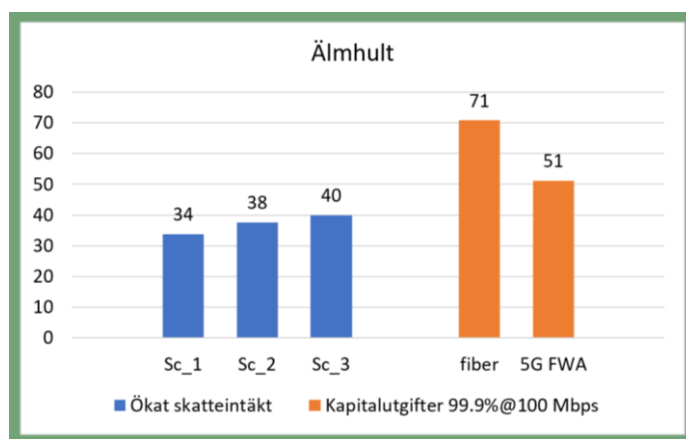


Figure 54 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Älmhult kommun.

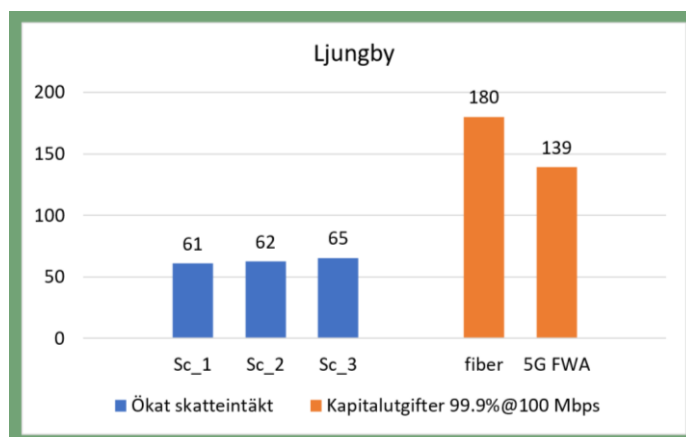


Figure 55 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for Ljungby kommun.

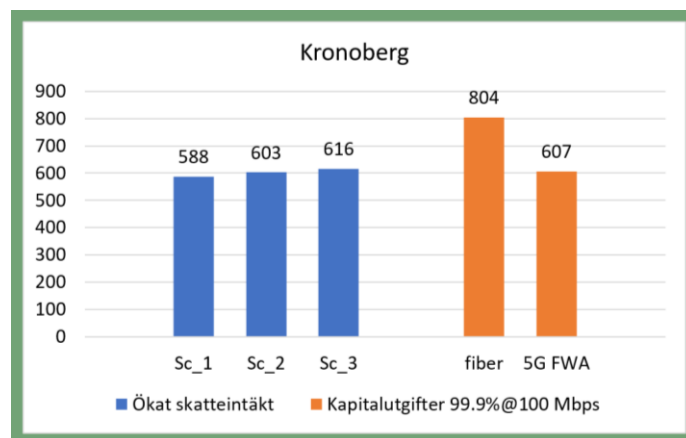


Figure 56 Cumulated municipality tax income correlated to the three fiber broadband penetration scenarios up to year 2035, in comparison with the total investment required to reach the 99.9%@100 Mbps broadband goal for the whole Kronoberg län.

REFERENCES

- William H. Lehr, Carlos A. Osorio, Sharon E. Gillett, Marvin A. Sirbu (2005). Measuring Broadband's Economic Impact. *33rd Research Conference on Communication, Information, and Internet Policy (TPRC)*, Arlington, VA.
- David Shideler, Narine Badasyan, Laura Taylor (2007). The Economic Impact of Broadband Deployment in Kentucky. *Federal Reserve Bank of St. Louis Regional Economic Development, Vol. 3, N. 2*, pp. 88-118.
- Krishna Jayakar and Eun-A Park (2013). Broadband Availability and Employment: An Analysis of County-Level Data from the National Broadband Map. *Journal of Information Policy, Vol. 3*, pp. 181-200.
- Hilal Atasoy (2013). The Effects of Broadband Internet Expansion on Labor Market Outcomes. *ILR Review, Vol. 66 issue 2*, pp. 315-345.
- Irene Bertschek, Daniel Cerquera, Gordon J. Klein (2013). More bits - more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance. *DICE Discussion Paper, No. 86, ISBN 978-3-86304-085-7*.
- Gruber, H., Hätönen, J., Koutroumpis, P. (2013). Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits. *24th European Regional Conference of the International Telecommunication Society*, Florence, Italy.
- Brian Whitacre, Roberto Gallardo, Sharon Stover (2014-1). Does rural broadband impact jobs and income? Evidence from spatial and first-differenced regressions. *The Annals of Regional Science, Vol. 53, Issue 3*, pp 649–670.
- Brian Whitacre, Roberto Gallardo, Sharon Stover (2014-2). Broadband's contribution to economic growth in rural areas: Moving towards a causal relationship. *Telecommunications Policy 38*, pp. 1011-1023.
- Rohman, Ibrahim Kholilul and Bohlin, Erik (2012). Does Broadband Speed Really Matter for Driving Economic Growth? Investigating OECD Countries. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2034284>.
- Erik Grenestam (2013). Business or Pleasure: Broadband and Employment in Swedish Municipalities 2007-2011. *Master thesis of Department of Economics, Lund University*.
- Kongaut, Chatchai and Bohlin, Erik (2014). Impact of broadband speed on economic outputs: An empirical study of OECD countries. *25th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS)*, Brussels, Belgium.
- Paul Lapointe (2015). Does Speed Matter? The Employment Impact of Increasing Access to Fiber Internet. *Graduate thesis of Georgetown University-Graduate School of Arts & Sciences*.
- Bai, Yang (2016). The Faster, the Better? The Impact of Internet Speed on Employment. *44th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy (TPRC 44)*.
- Briglauer, Wolfgang and Gugler, Klaus Peter (2017). Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of (Ultra-)Fast Broadband Technologies in Europe (July 21, 2017).

Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3006513> or
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3006513>

Hasbi, Maude (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24-27 June, 2017.

Nordin, Martin & Grenestam, Erik & Gullstrand, Joakim (2019). "Is Super-Fast Broadband Negative? An IV-Estimation of the Broadband Effect on Firms' Sales and Employment Level," Working Papers 2019:8, Lund University, Department of Economics.

Marco Forzati, Crister Mattsson, Syed Aal-E-Raza (2012). Early effects of FTTH/FTTx on employment and population evolution. *Proceedings of the 11th Conference of Telecommunication, Media and Internet Techno-Economics (CTTE)*, Athens.

Jie Li and Marco Forzati (2018). The Social-Economic Impact of Fiber Broadband: A Hype or a Reality? 20th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), July 2018, Bucharest