

Rapport



acr051122

1(72)

20110930



Samhällsekonomisk inverkan av FTTH i Sverige

En förstudie åt Bredbandsforum

Marco Forzati, Crister Mattsson

Innehåll

Innehåll	2
Sammanfattning	4
1 Introduktion.....	6
1.1 Förstudien	6
1.2 Om Acreo.....	6
1.3 Samhällsekonomiska studier hos Acreo	7
2 Bakgrund.....	8
2.1 Internet, bredband och fiber	8
2.2 Nyttan med bredband och fiber – tidigare studier	10
3 Metod och datainsamling.....	15
3.1 Kostnad av FTTH	16
3.2 Fiberinvesteringens effekter: <i>Uncaptured Values</i>	16
3.2.1 Direkta, indirekta och inducerade effekter av FTTH.....	17
3.2.2 Intressenter och fördelar	19
3.2.3 Kvantifierbara effekter	22
3.3 Beräkningsmetoden.....	23
3.3.1 Statistisk analys av inverkan i svenska kommuner	23
3.4 Datakällor.....	24
4 Analys och resultat.....	26
4.1 Kostnaden av FTTH.....	26
4.2 Direktekonomisk avkastning genererad av FTTH utbyggnad	27
4.3 Avkastning från indirekta effekter, extrapolering från exempel.....	27
4.3.1 Besparingar på kommunernas data- och telekostnader.....	28
4.3.2 Besparingar på landstingarnas data- och telekostnader	29
4.3.3 Besparing/mervärde för individer	29
4.3.4 Andra exempel	30
4.4 Avkastning från indirekta effekter, statistisk analys.....	33
4.4.1 Befolkningsutveckling	33
4.4.2 Sysselsättning.....	38
5 Resultatdiskussion och slutsatser	43
5.1 Beräkning av den totala samhällsekonomiska avkastning.....	43
5.2 Investering och avkastning under fem år	45
6 Rekommendation	48
Referenser	49
A. Appendix – Literature study	56
B. Appendix – Kapacitet av en transmissionskanal	64

C.	Appendix – Exempel och erfarenheter av FTTH i Sverige	66
C1.	Effekter av kommunalt och personligt engagemang	66
C2.	Fibereffekter för bostadsföretag.....	68
C3.	Fibereffekter på företag.....	71

Sammanfattning

Nästan alla invånare i Sverige har en dator både i arbetet och i hemmet, och de flesta har någon form av internetuppkoppling. Kapacitet och bandbreddsbehov ökar ständigt och tidigare lösningar ersätts med ny infrastruktur vilket medför stora investeringar. Det pågår många olika bredbandsinitiativ runt om i Sverige, och investeringarna sker av både telekom-aktörer och offentliga aktörer. Nyttan av investeringarna diskuteras dock ofta, särskilt när investeringarna sker av kommun eller kommunala verksamheter.

Det finns många olika indikationer och vittnesmål på bredbandsnyttan, de flesta med generella utgångspunkter. Den här förstudien utgår ifrån samhällsekonomisk inverkan på investeringen av fiber och särskilt investeringarnas inverkan på bostadsföretag, kommuner och företags förutsättningar att verka på orten.

Information och kunskap har hämtats från de forskningsprojekt som Acreo medverkar i, olika databaser (såsom PTS, SCB, och FTTH Council Europe), samt från en utförd enkätundersökning och exempel från kommuner och bostadsföretag.

Förstudien visar tydligt att det finns ett samband mellan fiber och samhällsekonomisk utveckling. Den visar också att det finns samband mellan förekomst av fiber och ekonomisk tillväxt. Till exempel har Stockholms stad minskat sina kommunikationskostnader med 45 miljoner per år, tack vare fibernätet. Stockholms läns landsting och Norrbotten minskade sina kommunikationskostnader med 50 %. I avfolkningsbygder har antalet företag ökat efter det att fibern installerats.

Frågeställningen för förstudien var: *Går det att beräkna hur mycket en krona investerad i fiber ger tillbaka till samhället?* Slutsatsen är att det krävs ett mer omfattande statistiskt underlag och mer beräkningar för att kunna ge en exakt kalkyl. Förstudien ger dock en indikation på att en investerad krona under fyra år ger tillbaka minst 1,5 kr på fem års sikt (informationen i modellen medger inte uppskattning på längre sikt). Förstudien uppskattar investeringsbehovet för att nå 100 %

fiberpenetration, identifierar och kvantifierar ett antal viktiga effekter av fiberutbyggnad i samhället, och beräknar sedan investeringsavkastning, genom en modell och beräkningsmetod som presenteras i full transparens i denna rapport.

Vi rekommenderar en mer omfattande studie där den föreslagna modellen förfinas och utvidgas med mer detaljerad och uppdaterad data. Utifrån förstudiens resultat föreslår Acreo också att ett samhällsekonomiskt ICT index utvecklas. Ett index som kontinuerligt följer utvecklingen och tydliggör sambanden mellan fibertillgång och den ekonomiska tillväxten.

Crister Mattsson, Marco Forzati

Acreo AB, part of Swedish ICT research

1 Introduktion

Bredbandsforum, inom ramen för Arbetsgrupp III ”Nyttan med Bredband” har tidigare gjort en sondering av forsknings- och konsultrapporter om samhällsekonomiska effekter som investeringar i bredband genererar för Sverige. Det finns dock behov att skapa en tydligare bild av nyttan. Bredbandsforum beslutade därför att initiera denna förstudie.

1.1 Förstudien

Bredbandsforums avsikt med denna förstudie är att försöka analysera hur mycket en bredbandsinvestering idag kommer att ge tillbaka om 1, 5, och 10 år.

I denna förstudie beräknar vi investeringsbehov, tar fram en modell, identifierar viktiga effekter, och beräknar avkastning från de effekter som går att mäta i nuläget. Avsikten är att ge kommuner och andra en möjlighet att bedöma och överblicka värdet av bredband. Det bör betonas att detta är en förstudie. Eftersom bredband och fiber fortfarande är en relativt ny företeelse är det svårt att kunna bedöma exakta värden över längre tid.

Lämpligen bör förstudien följas av mer omfattande analys med beräkningar på andra viktiga effekter och med ett längre perspektiv. Vi rekommenderar också kontinuerliga mätningar och utvärderingar över tid.

1.2 Om Acreo

Acreo är ett av Europas främsta forskningsinstitut inom elektronik, optik och kommunikationsteknik. Genom att omsätta akademisk forskning till kommersiellt gångbara produkter erbjuder Acreo värdeskapande tekniklösningar för tillväxt och konkurrenskraft i näringsliv och samhälle. Uppdragen spänner mellan allt från förstudier, långsiktiga forskningsprojekt, prototyper och småskalig produktion, till verifiering och testning. Acreo erbjuder även stöd till små och medelstora företag genom tekniköverföring, företagsnätverk och finansiell rådgivning. Acreo är en del av

Swedish ICT och har cirka 145 anställda med lokalisering i Kista (huvudkontor), Norrköping och Hudiksvall.

1.3 Samhällsekonomiska studier hos Acreeo

Acreeo genomför och deltar i samhällsekonomiska studier om fiber och bredband. Vi deltar i flera europeiska och svenska forskningsprojekt om bredband och accessnät. Ett relevant projekt för denna förstudie är det europeiska forskningsprojektet OASE (finansierad av EU-kommissionens FP7 ramprogrammet) med partners från övriga EU, bestående av operatörer som Deutsche Telekom, teknikföretag som Ericsson samt europeiska ledande universitet och forskningsinstitut. OASE undersöker *Fibre-to-the-Home* (FTTH) inom en tvärvetenskaplig studie (teknik, affärsmodeller, samhällsekonomi, samt regelverk). Målet är att tillhandahålla en fristående och konsekvent uppsättning lösningar för framtida accessnät. Inom OASE har Acreeo bland annat analyserat tekniska och affärsmässiga lösningar för optisk access och har utvecklat en modell för de samhällsekonomiska effekterna av FTTH-investeringar (kallad *Uncaptured Values*). *Uncaptured Values* är ett viktigt verktyg som kan användas för att studera inverkan av fiberinvesteringar. Inom OASE har vi analyserat FTTH-situationen i ett stort antal kommuner över hela Sverige med hjälp av en enkät som Acreeo under våren och sommaren 2011 har genomfört hos alla kommuner, kommunägda bostadsföretag, och stadsnät. Faktorer vi analyserar är bland annat ICT-mognad, IT/bredbandpolicy, FTTH-situation, affärsmodell för stadsnät, tillgänglighet, konkurrensnivå och förekomst av olika tjänster.

Ett annat viktigt europeiskt projekt är Terrain, tillsammans med Deutsche Telekom, Alcatel-Lucent, U-Net (Holland) och Institute of Broadband Technology vid Universitetet i Gent, BE. Projektet undersöker utbyggnaden av optisk fiber i accessnätet i samarbete med annan infrastruktur som framtidsorienterad lösning. Det fokuserar på att optimera samarbetet mellan alla inblandade aktörer, analysera alla aspekter från en kostnadssynpunkt, med tanke på teknisk, social, ekonomisk och rättslig problematik.

2 Bakgrund

Bredband har sitt ursprung i telekom och bedöms därför ofta ur ett telekomperspektiv, baserat på vad en genomsnittskonsument betalar (ARPU). Till det skall också läggas att telekomoperatörer och traditionella operatörer bedömer anslutningsgrad med generella nyckeltal.

Allt oftare investerar kommuner själva i nätutbyggnad. Ibland genom ett eget stadsnät eller genom sitt energibolag eller med det kommunala bostadsföretaget. I regel är det investeringar i infrastruktur medan själva tjänsterna fortfarande levereras av olika telekom-operatörer.

Operatörerna bedömer bredbandsinvesteringen ur ett avkastningsperspektiv, men det finns andra värden för t.ex. en kommun, fastighetsägare, staten, eller samhället i allmänhet som kan vara svårare att utvärdera. Mot denna bakgrund har den här studien genomförts.

2.1 Internet, bredband och fiber

Många uppfattar bredband som enbart en anslutning till Internet. Men det finns fler användningsområden för ett bredbandsnät än Internet-anslutning, särskilt inom offentlig förvaltning och internt för företag. Ett exempel på bredbandsnätets användning är i Stokabs operatörsneutrala nät i Stockholm som används av 500 olika företag, organisationer mm, utöver ca 100 traditionella telekom-operatörer¹.

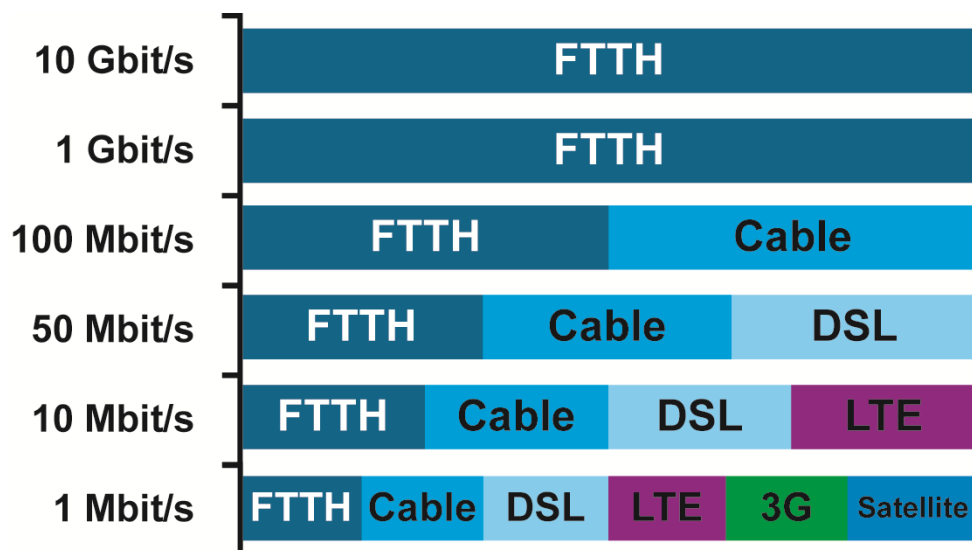
Ett argument som ofta hörs är att ”visst är bredband viktigt, och vi har redan bredband hos oss, så vi behöver ingen fiber”. Så varför är fiber viktigt? Visst går det att leverera bredband över existerande infrastruktur (såsom koppartelenät eller tv-kabel), eller över luft (genom t ex Wi-Fi/WiMax, 3G eller 4G mobilnät), så frågan är mycket relevant. Svaret kan ges på olika nivåer. För det första är fiberbaserade accessnät (som ofta refereras till som *fi*bre to the home, FTTH²) en framtidssäker infrastruktur, det

¹ www.stokab.se

² Begreppet är otydligt i sin betydelse: ibland menar man att fiber når hela vägen till hushållet, ibland

vill säga lätt att uppgradera, och innehåller i stort sätt obegränsad kapacitet³. En illustrativ jämförelse med andra accesstekniker visas i Figur 1.

Annan teknik behöver också fiber på olika nivåer. Mobila höghastighetsnät behöver fiber till basstationer, och xDSL med höghastighet behöver fiber till telestationer. Det är egentligen bara på accessdelen som annan teknik kan fungera. Men även där anses fiber, utöver framtidsäkerhet och hög bandbredd, redan idag ge fördelar som energiförbrukning⁴. Det hör dessutom till bilden att en del teknik, t.ex. 3G och LTE, innebär delad kapacitet, vilket medför att anslutningshastigheten minskar med antalet användare, se Figur 2. På samma sätt reduceras också kapacitet med avstånd för vissa tekniker, se Figur 3.

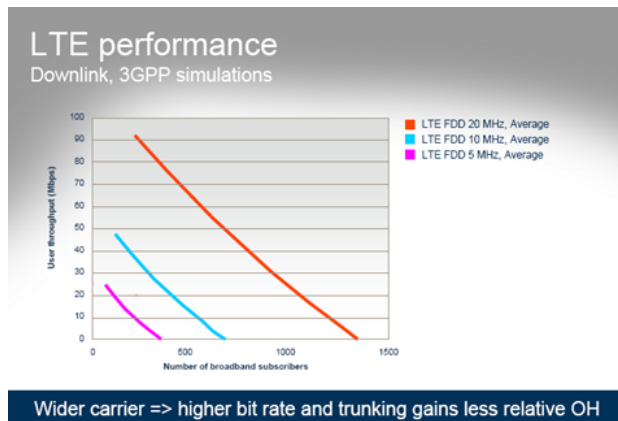


Figur 1 - Möjliga tekniker som kan leverera en viss access hastighet (bandbredd).

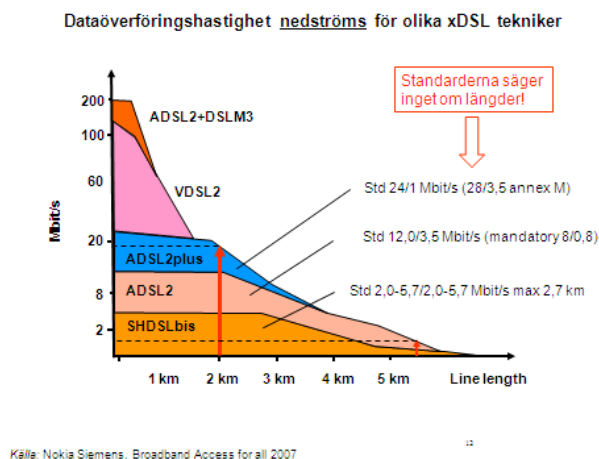
räcker det att den når till fastigheten, och ibland nöjer man sig med att fiber är inom kort avstånd från fastighet; de sistnämnda fallen refereras ibland till, mer exakt, som *fibre to the building*, FTTB, respektive *fibre to the cabinet*, FTTC; i rapporten undviker vi onödiga kompliceringar och använder oss bara av den välkända FTTH termen, men vi anger vad som gäller i de olika fallen.

³ Se Appendix B för en teknisk-fysikalisk fördjupning.

⁴ Reviriego et al (2010)



Figur 2 - Uppkopplingshastighet för varje användare sjunker med antalet aktiva användare, i mobila 4G nät. Källa: Ericsson

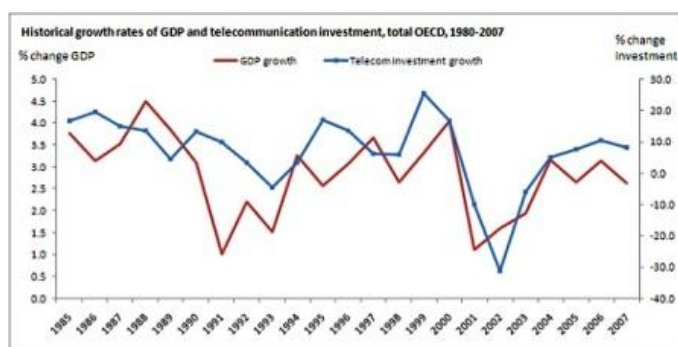


Figur 3 - Uppkopplingshastighet för xDSL sjunker med avstånd från nod. Källa: Nokia Siemens Networks

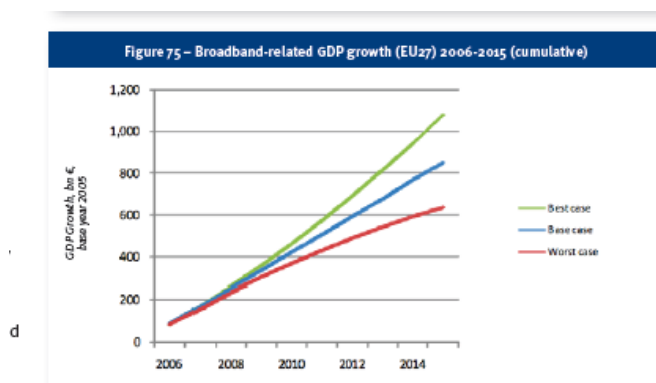
2.2 Nyttan med bredband och fiber – tidigare studier

Det finns flera studier som försöker bevisa nytta med bredband, men väldigt lite om fiber, och i alla fall, ingen har försökt göra en ekonomisk kalkyl på avkastning av fiberinvestering, vilket är vad den här förstudien är ute efter. Vi börjar med att göra en sammanfattning på de studierna och resultat som finns.

Olika studier⁵ visar att det finns en korrelation mellan BNP och investeringar i telekom, se Figur 4. Också, OECD har räknat att bredbands relaterad BNP tillväxt i EU var 100 miljoner euro i 2006, och kommer att öka till mellan 600 och 1000 miljoner euro i 2015 (se Figur 5). Och enligt OECD så är den ekonomiska tillväxten större i de länder som har hög andel bredband jämfört med de länder som har låg bredbandsanslutning (se Figur 5). Acreo har också undersökt frågan i 2008 och hittade en positiv och robust korrelation mellan bredband och internationell handel⁶.



Figur 4 - BNP tillväxt (röd) och förändring i telekom investeringar (blå) i OECD länder (Källa: Micus)



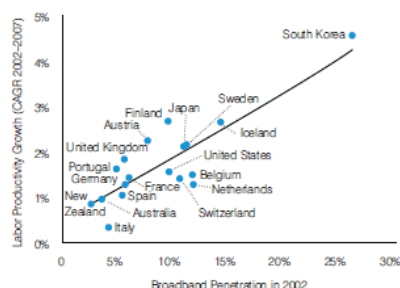
Figur 5 – Prognos av Bredbandsrelaterad tillväxt av BNP, OECD (röd: *lägsta utfall*, grön: *högsta utfall*)

⁵ se tex Micus (2008), en studie på uppdrag av EU kommissionen

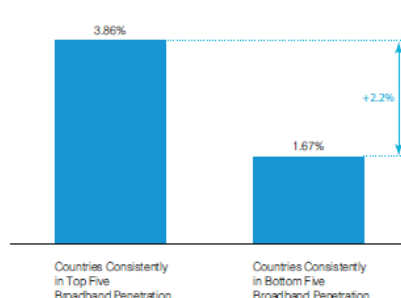
⁶ Forzati and Larsen, 2008

Exhibit 2
Broadband Enables Economic Growth

CORRELATION BETWEEN PRODUCTIVITY GROWTH AND BROADBAND PENETRATION (OECD COUNTRIES)



CORRELATION BETWEEN AVERAGE ANNUAL GDP GROWTH AND BROADBAND PENETRATION (20 OECD COUNTRIES, 2002-2007)



Note : $Y=0.1456X+0.0044$; $R^2=0.7241$
Source: Organisation for Economic Co-operation and Development; Booz & Company analysis

Figur 6 GDP ökning och bredbands anslutning (OECD)

Att det finns en korrelation säger naturligtvis inget om kausaliteten. Men det finns flera vetenskapliga studier som undersökt de faktiska effekterna av bredband (framför allt kopparbaserad), både från UoH och företag.

En intressant läsning är Arthur D Little (2010), som presenterar en sammanställning av aktuell forskning inom området för ekonomiska effekter av bredband, särskilt på sysselsättningen. Liknande arbete gjordes även av icke-akademiska LECG, i 2009 års rapport *Connectivity Scorecard* som fokuserar på effekterna av bredband i 15 OECD-länder.

Resultaten är likartade: bredband har en inverkan på BNP men graden verkar variera med IT-mognad i landet. Särskilt rapporten från LECG fokuserar på de kompletterande investeringar som krävs för att ett land ska ha största möjliga nytta av bredbandsutbyggnad. Den viktigaste slutsatsen är att de länder som har investerat i mer än bara infrastruktur, till exempel utbildning, är också de länder som gynnas mest av att öka sin bredbandsutbyggnad.

LECGs rapport visar också att en ökad bredbandsutveckling kan ha en betydande inverkan på produktivitet och ekonomisk tillväxt. Forskningen tyder på att med rätt kompetens och infrastruktur på plats kunde bredbandstrategier öka den nationella produktiviteten och tillväxten med upp till 15 %. Denna produktivitetsförbättring

kommer att öka BNP utan att öka resurserna som används i produktionen. Till exempel kan USA öka sin BNP med \$100 miljarder genom en ökning på ytterligare 10 bredbandsanslutningar per 100 individer (dvs. ca \$3500 för varje kopplad invånare).

En annan studie av Czernich et al på en panel av 25 OECD-länder under perioden 1996-2007 finner starka belägg för att uppkomsten och spridningen av bredband avsevärt ökar den ekonomiska tillväxten. En 10 procentenheters ökning av bredbandsanslutning ökar den årliga *per capita* tillväxten med 0,9-1,5 procentenheter. Den mesta forskningen har gjorts på nationell nivå, men jämförelser kan göras mellan olika länder. Vissa studier har gjort analysen på stater (USA) eller för regioner (Tyskland).

Katz et al. (2009) beräknar effekterna av investeringar i bredband på sysselsättning och produktion i den tyska ekonomin, med hjälp av *input-output* metoden⁷. De analyserar två investeringsscenarioer: den första bygger på regeringens mål att se till att 75% av de tyska hushållen har tillgång till bredband på minst 50 Mbps 2014. Det andra investeringsscenariot bygger på att 50% av de tyska hushållen har tillgång till 100 Mbps och ytterligare 30% till 50 Mbps år 2020. Studien uppskattar att för att nå det första målet för 2014 kommer det att krävas en investering på € 20.2 miljarder och skapa 407.000 nya jobb. Det mer ambitiösa målet till 2020 skulle skapa 968.000 nya jobb totalt. När det gäller BNP skulle bredbandsinvesteringar över en tioårsperiod (2010-2020) leda till en inkrementell 0,60 % årlig BNP-tillväxt. De ekonomiska konsekvenserna är baserade i huvudsak på två nivåer, arbete som skapas direkt, och nätverkseffekter⁸.

För att sammanfatta, det finns påtagliga bevis för att investering i bredband är en kraftfull motor för tillväxt och sysselsättning. Effekten på tillväxt,

⁷ Vilket är en bra metod för att räkna den ekonomiska aktiviteten som genereras som respons till investering för att bygga en infrastruktur, om man har bra data om handel (input-output) mellan olika industrisektorer som blir inblandade i byggnaden; vi kommer att använda vissa resultat från den här studien i våra beräkningar, som vi berättar senare i rapporten.

⁸ Katz et al (2009) p. 12

produktivitet och sysselsättning har analyserats. Med hjälp av breda datamängder som omfattar olika regioner, tidsramar och analytiska metoder finns det övertygande bevis för betydande ekonomiska effekter av bredbandsinvesteringar. Framför allt visar noggrann analys att det inte bara finns en korrelation, utan faktiskt en kausal effekt av bredbandsinfrastruktur på ekonomisk tillväxt. I rapporten kommer vi att referera till resultat från tidigare forskning, i vissa fall som referens för jämförelse, och i andra fall som utgångspunkt för våra beräkningar.

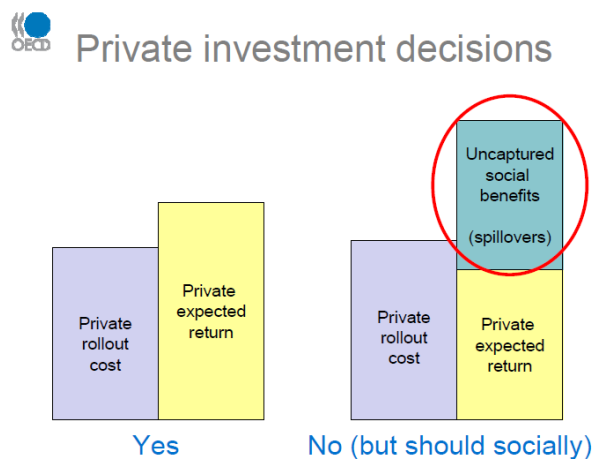
3 Metod och datainsamling

Som OECD också har påpekat, tas det i beslutsunderlaget för bredbandinvesteringar ofta inte tar hänsyn till positiva effekter som bredband generellt har på samhället. Om den bedömningen gjordes skulle utbyggnaden kunna gå betydligt snabbare. Vi behöver därför bedöma samhällsekonomisk påverkan, utöver det traditionella telekom-perspektivet, (*”uncaptured social benefits”*, eller *”uncaptured values”* se Figur 7). För att kunna svara på fråga ”hur mycket ger en investerad krona tillbaka om 1, 5 och 10 år, behöver vi

1. Estimera **kostnaden** för FTTH utbyggnaden
2. Estimera investerings **effekter** på olika tidsperioder
3. Konvertera dessa effekter till avkastning i kronor (själva **beräkningen**)

Detta innebär en samling av data om installationsprocess och kostnader, nuvarande och tidigare fiberpenetration, och samhällsekonomiska indikatorer.

I det här kapitlet presenterar vi frågeställningen och beskriver möjliga mekanismer för hur samhällsekonomin påverkas, samt två olika analysmetoder för att kunna verifiera och kvantifiera dessa fördelar.



Figur 7 – Värdet av samhällsekonomiska effekter kan påverka investeringsbeslut. Ett “nej” skulle blivit till ett “ja” om detta vägts in.

3.1 Kostnad av FTTH

Vår uppskattning av kostnaden för FTTH utbyggnad avser fiber till varje hushåll, men inkluderar bara installation av passiv infrastruktur, av flera anledningar:

- Passiv infrastruktur är en långtidsinvestering, och representerar den största delen av investeringen
- Den aktiva kostnaden beror på teknikvalk, vilket i sin tur beror på operatörens strategi⁹.

Vid detta skede utgår vi från att driftkostnaden för passiva nätet är försumbar i förhållande till installations kostnad. Vi beräknar den totala kostnaden som summan av

- den genomsnittiga kostnaden för att uppkoppla en lägenhet k_l , gånger antalet lägenheter i Sverige, N_l
- den genomsnittiga kostnaden för att uppkoppla en villa, k_v , gånger antalet villor i Sverige, N_v .

Vi reducerar sedan kostnaden med hänsyn till den nuvarande fiberpenetration, F , (för nuvarande estimerar PTS att det ligger på 30 %). I matematiska termer, investeringsbehovet är:

$$K = (N_l K_l + N_v k_v) (1 - F).$$

3.2 Fiberinvesteringens effekter: *Uncaptured Values*

Nr man räknar effekter av fiberutbyggnad, är det viktigt att ta hänsyn till alla effekter, direkta och indirekta, för olika intressenter och för samhället i sin helhet. Acreo har i en studie inom ramen för det EU forskningsprojektet OASE analyserat *Uncaptured Value*-begreppet. Effekter relaterat till anläggandet av FTTH, kan övergripande delas upp i direkta, indirekta och inducerade effekter. Vi har vidare identifierat olika

⁹ OASE (2010)

intressenter och vilka fördelar de kan dra från FTTH och dess effekter.

3.2.1 Direkta, indirekta och inducerade effekter av FTTH

Direkta effekter av anläggandet av FTTH är

- signifikativt högre accesskapacitet,
- tillgång till en ny framtidssäker infrastruktur och
- direkta ekonomiska värden genererade av nätverksbyggande, anläggande, fiberkablar och aktivutrustning.

Dessa värden är tillgängliga omedelbart vid anläggandet (och vi kan därför förvänta oss att de är synliga redan efter 1 år) men leder i syn tur på andra **indirekta effekter**, till exempel:

- högre accesskapacitet tillåter bättre servicekvalitet, som i sin tur kan leda till högre användning och utveckling av nya tjänster: en del av dessa tjänster kan vara beroende av hög bandbredd i sig, tex en del videobaserade tjänster;
- högre kapacitet kan möjliggöra nya tjänster som vi inte känner till idag; även tjänster som fungerar på andra typer av bredbandsanslutningar kan tjäna på den högre bandbredd som FTTH ger eftersom den totalt tillgängliga bandbredden då inte mäts av andra tjänster som levereras samtidigt (ett sådant aktuellt exempel kan vara sensornätverk med tjänster som videoövervakning, smarta elnät, system för trafik och trängselavgifter, olycksundvikande genom övervakning av byggnader och samhällsfunktionell infrastruktur¹⁰: många av dessa tjänster kan var för sig fungera via kopparinfrastruktur, men den aggregerade bandbredden av det ökande antalet och ökningen av data-intensiva tjänster, stöds bäst av fiberanslutning).
- FTTH representerar en framtidssäker infrastruktur som erbjuder högre

¹⁰ Vissa sådana exempel ser vi redan i kommuner som investerat (se kap. 4) och kan i vissa fall kvantifiera dem)

bandbredd och lägre signalförluster jämfört med radio och mikrovåglängd ¹¹:
därför innebär anläggande av FTTH en investering som leder till högre
anläggningsvärde;

- installation av en ny infrastruktur erbjuder möjligheten att lättare överge traditionella affärsmodeller och att lösa marknadssvårigheter i närvaro av ägarskap, långsiktiga överenskommelser och etablerade förmåner¹²

De direkta och indirekta effekterna av FTTH har i sin tur positiva konsekvenser i andra områden än ICT: vi kallar dessa **inducerade effekter**. Till exempel

- tjänster som höghastighets ”cloud-computing”, videokonferenser och tele ”närvaro” har en positiv inverkan på e-learning, med fördelar för utbildning och kompetensutveckling och distansarbete, som i sin tur reducerar trafikpåverkan, trängsel, utvecklande av myndighets och offentlig förvaltnings effektivitet och transparens, vilket i sin tur ökar demokrati och minskar byråkrati;
- ökad användning av ICT-tjänster genom FTTH ökar ICT mognaden hos befolkningen vilket medför nya kunder och ett nytt humankapital för att kunna producera nya tjänster och produkter;
- detta leder i sin tur till skapande av nya ICT företag som ökar nivån av entreprenörskap, skapande av nya företag och förbättrad företagsledning av existerande företag.
- skapandet av korrekta affärsmodeller inducerar andra förtjänster tillbaka till ICT-sektorn, om nätverk och tjänsteleverantörer kan dela den omfattande nödvändiga investeringen för att anlägga den passiva infrastrukturen, så kan de skala investeringen med antalet användare, och därför uppnås lönsamhet på mindre tid;
- detta tillsammans med tillgången till slutanvändare med mycket hög anslutningshastighet möjliggör bandbreddskrävande men lönsamma tjänster

¹¹ Se appendix B

¹² Att ta tag i detta är till stor del en fråga för regulatorer och offentlig sektor (Forzati et al., 2010).

som HDTV, 3DTV, VOD, etc. Vinster från dessa kommer att sprida sig ned i värdekedjan till NP och PIP.

3.2.2 Intressenter och fördelar

En ingång till att utveckla en affärsmodell där “*uncaptured values*” är integrerad i värdekedjan, är att identifiera nyckelintressenter och undersöka hur de kan dra fördelar från de direkta, indirekta och indicerade effekterna beskrivna ovan.

Fördelar för **individer** är förbättrad livskvalitet, nya högkvalitetstjänster till lägre priser, särskilt nöjen och kommunikation. Indirekta effekter är förbättrad individuell hälsovård, minskat behov av sjukhusvistelse, enklare och mer transparent interaktion med offentlig service, ökad sensor säkerhet i trafiken och ökad säkerhet på offentliga platser. Vissa av de effekter kan reflekteras i högre BNP, medan andra kan klassificeras som livskvalité, en viktig men svårt mätbar indikator. I denna rapport begränsar vi oss till mätbara ekonomiska effekter.

Fördelar för **fastighetsföretag och husägare** kommer i form av bättre fastighetsövervakning och system för fastighetsförvaltning som leder till minskat fastighetsunderhåll och försäkringskostnader. Fastighetsägare kan erhålla ersättning från nätoperatörer och andra operatörer, även från mobilföretag som hyr antennplatser på tak och fiber för att nå antennen. Dessutom medför närvaron av en framtidssäker infrastruktur ökat värde av fastigheten för fastighetsägaren.

Fördelar för **media, tjänsteleverantörer och alternativa operatörer**: FTTH infrastrukturen innebär en effektiv distributionskanal för innehåll samtidigt som reducerar behovet av kostsamma distributionsnät och introducerar banvändbar direktmarknadsföring och marknadsanalystjänster. Om funktionell separation används kan en alternativ operatör agera som NP utan att behöva göra kostsamma anläggningsinvesteringar. De får intäkter från SP och från andra operatörer som köper transmissions kapacitet.

Telekomoperatörer kan dra fördelar av FTTH på flera olika sätt, beroende på vilken affärsmodell de beslutar att använda. Som SP kan de dra fördel av tillgången till en

mycket snabb anslutning som tillåter dem att erbjuda bandbreddskrävande tjänster med hög användarkvalitet som ökar användarantalet och möjlig ARPU. Idag består dessa tjänster nästan uteslutande av videobaserade tjänster som HDTV, hyrfilm och inom kort 3DTV, men det finns inga skäl att tvivla på att nya lönsamma tjänster kommer att uppenbara sig så snart storskalig höghastighetsanslutning är här. En NP kan öka attraktiviteten på sitt nät (genom högre anslutningshastighet) för slutanvändare och tjänsteleverantörer och i konsekvens utöka anslutningsantalet (mer slutanvändare) och ARPU (mer tjänsteleverantörer per användare).

Det finns sedan fördelar för **företag i allmänhet**. Leverantörer av telekom-utrustning och installationsföretag kommer omedelbart att få fördelar av en massiv fiberanläggning. I mellanskedet kommer hög transmission och ökad ICT mognad att leda till förbättrad produktivitet¹³ direkt relaterat till data transmission, men också genom nya tjänster och produkter för att hantera logistik, produktion och företagsledning. Tele-närvaro kommer att minska stress av anställda och därmed förbättra produktivitet och möjligen även ge miljövinster. Utöver detta så kan tillgång till tillförlitlig höghastighetsanslutning för arbetsgivare leda till tillgång till en större skala av kvalificerad arbetskraft, genom distansarbete och ”outsourcing”. Symmetrisk fiberbaserad höghastighet leder till en utökad marknad för varor och tjänster. I det långa perspektivet, så kan företag ha fördelar av förbättrad utbildning och ICT kompetens och entreprenörskap. Nya företag och produkter kommer att framträda och kapitalisera nya möjligheter genom fiber infrastruktur, och inducera effekter på samhället.

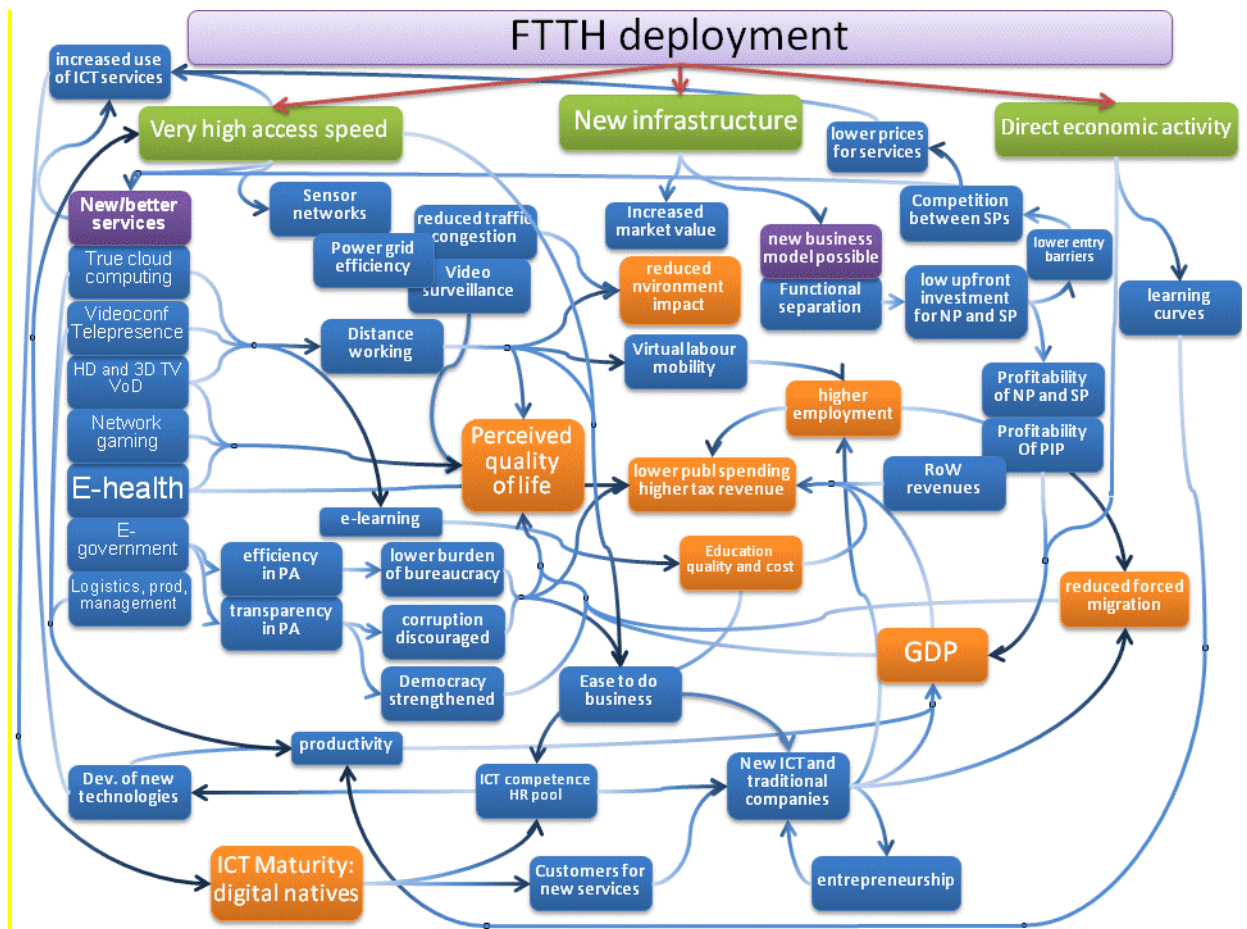
Den **lokala offentliga administrationen och förvaltningen** kommer redan i det korta perspektivet att få intäkter från avgifter och rättigheter att anlägga nät från nätoperatörer, vinster från NP om de agerar som PIP för det kommunala nätet. I det medelånga Perspektivet kan offentlig administration få fördelar av ett antal inducerade effekter, främst ökad effektivitet och kostnadsreducering i samband

¹³ Katz et al (2009) refererar till ett antal studier som bevisar ökad produktivitet i tjänstesektor, och delvis i tillverkningssektorn i samband med ökad *bredbands*penetration.

med offentliga e-tjänster och e-hälsa. Fiber kan erbjuda högkvalitativ access anslutning och lägga grunden för en betydande lansering av elektroniska hälso-tjänster som distansvård och omsorg, förlängt kvarboende, bättre övervakning etc, vilket förmodligen är det enda sättet att hålla kostnaderna på en resonabel nivå. På en lokal nivå, kan offentlig verksamhet förbättra sin effektivitet med ”smart grids” medan distansarbete och processande av förbättrad trafikinformation kan reducera trafikproblem.

Fibern kan öka den ekonomiska attraktiviteten på **glesbygdskommuner** och leda till etablering av fler företag som kommer att leda till inflyttning och positiva effekter för skatter och lokal ekonomi. På en **nationell nivå** kan det leda till en mer effektiv arbetsmarknad, fler arbeten kan lättare flyttas dit människor och kunskap finns, särskilt till platser med låg traditionell rörlighet. Slutligen, all förbättrad ekonomisk aktivitet kommer att resultera i bättre arbetskraftssysselsättning och BNP och därmed ökade skatteintäkter och reducerade bidragskostnader.

Figur 8 beskriver de komplexa sambanden mellan olika faktorer som påverkas av och har inverka på FTTH.



Figur 8 - Direct, indirect, and induced effects of FTTH deployment

3.2.3 Kvantifierbara effekter

Figur 8 visar att effekterna av fiberutbyggnad är många och komplexa. Vi har valt att i denna förstudie identifiera ett antal effekter som går att kvantifiera. Vi har sedan beräknat den totala avkastningen som de ger, enligt den metoden som vi beskriver i stycke 3.3. Effekterna vi har valt är:

- Besparingar på data- och telekomkostnader (en effekt av konkurrens mellan olika tjänsteleverantörer¹⁴), för
 - Kommuner
 - Landsting

¹⁴ Forzati et al (2010)

- Besparingar/mervärde för individer ("*perceived quality of life*" genom högre hastighet och bättre tjänster, lägre priser genom konkurrens mellan SP); prissatt genom överrenskommelse mellan hyresgäster och bostadsägare om värdet för fiberuppkoppling
- Högre sysselsättning som leder till ökad BNP; beräknad genom statistisk analys av läget i olika kommuner
- Befolkningsutveckling (i nuläget ej kvantifierbar avseende avkastning)

3.3 Beräkningsmetoden

De effekterna som vi har valt att analysera, uppstår i olika former och vi behöver därför följa olika metoder för att beräkna olika effekter:

- Den direkta ekonomiska aktiviteten från byggarbete beräknas med hjälp av resultat av input/output analys gjort av Katz et al (2009)
- De indirekta besparingseffekterna har beräknat genom extrapolering av exempel från vissa kommuner och landsting
- De direkta positiva effekterna på mervärde för slutanvändare har estimerats i form av överenskommen räntehöjning .
- De indirekta sysselsättningseffekter har estimerats genom, genom multivariabel regressionsanalys (en statistisk metod som vi återkommer till)

Vi har också beräknat effekten av FTTH på befolkningsutveckling (också med hjälp av multivariabel regressionsanalys), men avstod från att kvantifiera detta i ekonomisk avkastning, pga att det saknas en robust metod för detta.

3.3.1 Statistisk analys av inverkan i svenska kommuner

Ett andra sätt att verifiera och kvantifiera nyttan med fiber är att samla ihop relevant data för ett stort antal orter med olika fiberpenetration, och relatera denna till hur vissa samhällsekonomiska indikatorer har förändrats under tiden. Naturligtvis beror den samhällsekonomiska utvecklingen i en kommun på mycket mer än investering i fiber.

En relevant analys av effekterna av fiber måste därför bygga på en modell som tar hänsyn till så många relevanta faktorer som möjligt. En sådan modell kan beskrivas som en funktion

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N), \quad (1)$$

där Y är den samhällsekonomiska indikator som man vill förklara (den *beroende variabeln*), och X_n är de olika faktorer som har inverkan på indikatorn.

När en sådan modell har tagits fram, kan man observera hur bra den stämmer med verkligheten genom att mäta Y samt X_1, X_2, \dots, X_N i ett antal olika kommuner. Skillnaden mellan Y och $f(X_1, X_2, \dots, X_N)$ ger felet, ε , som beror delvis på modellens begränsningar, dels på fel i mätning av Y samt X_1, X_2, \dots, X_N (mätfel). Ju mindre ε , desto bättre modell. I denna förstudie har vi samlat data för Sveriges kommuner genom en enkät bland Sveriges kommuner, stadsnät och bostadsföretag, samt från tillförlitliga källor som SCB och PTS. Vi har sedan byggt en modell för fibereffekten på in- och utflyttning samt sysselsättning. I Kapitel 4.2 föreslår vi en exakt form av Ekvation (1), och presenterar beräkningar där effekten av fiber och andra faktorer kvantifieras.

3.4 Datakällor

Data för fiberpenetration samlades in av PTS online-databas (PTS 2011), samt från en enkät som genomförts av Acreo (Acreo 2011). PTS 2011 ger fiberpenetration i varje kommun för åren 2007, 2008 och 2009 i form av andel av befolkningen i kommunen som har möjlighet att ansluta sig till fibernätet¹⁵ och för år 2010 i form av anslutna kunder. Acreos enkät samlar data för ett antal kommuner i form av andel av befolkningen i kommunen som har möjlighet att fiber, samt med förberedda fiber uttag, och aktiva kunder, för år 2011. Acreos enkät samlar in annan relevant information såsom IT policy, tekniska och affärsmodell lösningar, priser och tjänster, mm. Vi har också samlat demografisk och samhällsekonomisk data från SCB:s årliga

¹⁵ Enligt PTS definition: andel i eller inom 353 meter av en fiberansluten fastighet.

rapporter¹⁶. Data från PTS, och SCB används i regressionsanalys.

En annan viktig informationskälla har varit OECD, och FTTH Council Europe, samt vårt omfattande kontaktnätverk bland viktiga aktörer på fibermarknaden, från stadsnät, till systemtillverkare, forskningsinstitut, kommuner och operatörer. Från dessa källor har vi samlat data för att estimerar den investering som krävs för att bygga ut FTTH till alla i Sverige.

Information om installationskostnad har vi samlat från olika källor, stadsnät, installatörer och leverantörer. Vi har sedan använt oss av forskningsresultat från litteraturen för att estimerar den direkta ekonomiska aktivitet som investeringen resulterar i.

¹⁶ SCB (2006), SCB (2007), SCB (2008), SCB (2009), SCB (2010), SCB (2011A)

4 Analys och resultat

4.1 Kostnaden av FTTH

Enligt källor från fiber och systemtillverkare samt installatörer, är kostnaden för att fiberansluta en villa mellan 15.000 och 25.000 kronor, med en medelkostnad uppskattad till 18.000 kronor¹⁷; och runt 6.000 kronor för att fiberansluta en bostad i ett tätbefolkat stadsområde¹⁸, medan lägenheter i mer glesbyggda områden kan kosta mer¹⁹. Kostnaden för att ansluta en snittlägenhet är 10.000 kr (medelvärde mellan 6.000 och 15.000), och med hänsyn till att Sveriges bostäder består i 42% egna hem och 58% av lägenheter, kan man uppskatta kostnaden för att fiber ansluta alla bostäder i landet till ca 56 miljarder kronor, dvs 6.250 kronor per invånare. Den genomsnittliga kostnaden per invånare är en grov indikator men ger en bra bild på FTTH kostnaden. Enligt PTS, är ca 30 % av bostäderna i landet uppkopplade²⁰, vilket betyder att en investering på 39 miljarder kronor återstår att investera för att få alla bostäder uppkopplade. Dessa kostnader är jämförbara med de siffror som uppskattas för liknande investeringar i Europa²¹, detta trots att Sverige är mer glest bebyggt²².

¹⁷ Varav 3.000 för fastighetsnät, Ericsson (2011)

¹⁸ Fastighetsnätsdelen beräknas i alla fall kosta runt 3.000 kronor per lägenhet om man tar fiber hela vägen (FTTH), eller 2.000 om man använder sig av CAT6 kablar i fastigheten (FTTB), Netel (2011)

¹⁹ EkoT (2011)

²⁰ FTTH (2011) estimerar dock 14 %.

²¹ Som exempel, Caisse des Dépôts et de Consignations (CDC), Franska Statens Investeringsbanken, räknar investeringsbehov för att täcka landet med FTTH till 45 miljarder euro, det vill säga ca 6400 kronor per invånare, CDC (2011); Katz et al (2009) har räknat kostnaden för bredband till alla till 35.9 miljarder euro, det vill säga ca 4000 kronor per invånare (dock genom en mix av FTTH och kopparteknik som VDSL); en FTTH utbyggnad 2004 i Neunen, utanför Eindhoven i Nederländerna, kostade runt 19.300 per hushåll, Kramer et al (2006);

²² Detta kan bero på att Sverige har samlat mer erfarenhet och klättrat ”*learning curve*” i FTTH utbyggnad snabbare än kontinentala Europa (t ex, hade Frankrike 9% fiberpenetration gentemot Sveriges 14% i December 2010, FTTH (2011)); detta bekräftas också av att FTTH kostnaden har gått

4.2 Direktekonomisk avkastning genererad av FTTH utbyggnad

Den mest direkta effekten av FTTH investeringen är den ekonomiska aktiviteten som krävs för att bygga FTTH. Denna visas direkt när man börjar bygga och försvinner när nätet är färdigbyggt. Dess effekt är därför kortlivad, men kan vara stor. Det bästa sättet att göra beräkningen är att använda multiplikatorn från *input-output* metoden²³. Som första approximation använder vi oss av resultaten från en studie från 2010 på den tyska ekonomi²⁴ där man kommer fram till att investeringen resulterar i en BNP ökning med 0.93 gånger investeringen. Siffran kan skilja sig något mellan länder, och skulle därför behöva räknas om för den svenska ekonomin i en mer omfattande studie. Denna siffra leder till en BNP ökning i Sverige med **52 miljarder**, eller **36,5 miljarder** som avkastning på den totala fiberinvesteringen (eftersom nuvarande fiberpenetration är 30 %).

4.3 Avkastning från indirekta effekter, extrapolering från exempel

Det är många kommuner, stadsnät och bostadsföretag i Sverige som under de senaste ca 10 åren har installerat fiber till hemmet eller fastigheten (FTTH/FTTB). Detta ger ett urval av exempel på hur FTTH kan påverka samhället och ekonomin. I detta avsnitt presenterar vi ett antal fakta som vi under åren har observerat runt om i landet. Vi grupperar dem i tre kategorier:

- besparingar på kommuners data- och telekostnader,
- besparingar på landstingarnas data- och telekostnader,
- besparingar/mervärde för hushåll/individer

Vi ger sedan en kort beskrivning av andra besparingseffekter som kan förväntas men

ner under de senaste två år (t.ex. en estimat från 2009 kvantifierade den totala kostnaden för Sverige till 67 miljarder, Eklund (2009)).

²³ Schaffer (2010)

²⁴ Katz et al. (2010)

som inte kunde mätas inom ramen för förstudien.

4.3.1 Besparingar på kommunernas data- och telekostnader

Det finns flera exempel och alla bevisar att fiber tillåter en besparing på runt 30% på av kommunernas totala data- och telekostnader. För Stockholms stads egen interna verksamhet har nätet inneburit avsevärda kostnadsbesparingar för data och telekommunikation. Detta beror delvis på ökat effektivitet (reducerat utrustning, energiförbrukning, och *footprint* per överförd informationsenhet), delvis på att fibernät med högkapacitet möjliggör mer konkurrens (i regel alla operatörer kan använda samma fibernät²⁵).

Stockholm handlade upp telefoni som tjänst 1996 tillsammans med statskontoret. En förutsättning för att kunna handla upp telefoni i full konkurrens (vilket var unikt för offentliga verksamheter i Europa vid denna tid) och pressa kostnaderna för telefoni var att staden genom Stokab hade knutit samman sina verksamheter med ett eget fibernät. Stadens externa telefonikostnad vid denna tid var 150 miljoner kronor per år. Med fibernätet som grund kunde Stockholms stad handla upp telefonin i full konkurrens vilket gav en besparing på 30 % dvs. 45 miljoner kronor²⁶. Detta är dock lågt räknat och vid detta tillfälle – besparingen är större än så över tid uppger Per-Olof Gustavsson, som vid den tiden var verksam på Stockholms stads stadsledningskontor.

I Jönköping, där fiberanslutning har varit mindre omfattande har siffran varit runt 10 till 15 procent²⁷. Om man jämför siffrorna för fiberpenetration (25 % av arbetsställen hade tillgång till fiber år 2010) med Stockholms kommun (62 %) ser man en nästan proportionell relation mellan fiberpenetration och besparingsgrad. Vi har inga exempel för att kvantifiera att 100 % penetration kan leda till högre besparingar, så vi arbetar med Stockholms siffra som konservativt tal i denna förstudie. Om man extrapolerar denna siffra från Stockholm till alla Sveriges kommuner skulle FTTH

²⁵ t.ex. i Stockholm finns ca 90 olika operatörer i nätet

²⁶ Stokab (2011)

²⁷ Ovum (2009)

leda till en besparing på ca **500 miljoner** kronor på de **årliga** kommunala data- och telekostnader²⁸, eller **350 miljoner** årligen som avkastning på den totala fiberinvesteringen.

4.3.2 Besparingar på landstingarnas data- och telekostnader

Liknande besparingar har observerats på landstignings nivå. **Stockholms läns landsting** minskade sina data- och telekostnader med 50 % av, vilket motsvarar 60 miljoner kronor tack vare fibernätet²⁹.

I **Norrbottnen** har ett fibernät installerats, som kopplar samman 5 sjukhus, 33 vårdcentraler och 34 tandläkarkliniker vilket reducerat kommunikationskostnaden också med 50 % .Fibernätet ger samtidigt en femtio gånger snabbare kommunikation³⁰. Tjänsteleverantörer har fått möjlighet att skapa lösningar för digitaliserade patientjournaler, överföring av digital röntgen, digitala recept, videokonferenser och IP telefoni. Om man extrapolera Stockholms läns besparing till hela Sverige, skulle FTTH leda till en besparing av ca **270 miljoner kronor** på de **årliga** data- och telekostnader³¹ från landstingen, eller **190 miljoner** årligen som avkastning av den totala fiberinvesteringen .

4.3.3 Besparing/mervärde för individer

Som vi argumenterade i stycke 3.2, får individer nytta av FTTH på olika direkta och indirekta sätt: högkvalitetstjänster till lägre priser, särskilt nöjen och kommunikation, möjligheten att jobba på avstånd och friare kunna välja arbetsplats och bostad, förbättrad individuell hälsovård, minskat behov av sjukhusvistelse, enklare och mer

²⁸ Räknat med en enkel linjär extrapolering, med hänsyn på Stockholms kommuns respektive Sveriges invånare på 855.361 respektive 9.446.812 i Juni 2011, SCB (2011b)

²⁹ Stokab (2011)

³⁰ IT Norbotten (2011)

³¹ Räknat med en enkel linjär extrapolering, med hänsyn på Stockholms läns respektive Sveriges invånare på 2.073.952 respektive 9.446.812 i Juni 2011, SCB (2011b)

transparent interaktion med offentlig service, m.m.³². Det är svårt att uppskatta mervärde av FTTH för slutanvändare i kronor och vissa av de effekterna kan dyka upp senare (indirekta och inducerade effekter). Vi kan ändå estimerar ett konservativt tal för de direkta effekter, i termer av benägenhet att betala, genom att observera att Hyresgästföreningen har kommit överens med fastighetsägareföreningar och bostadsföretag med en höjning på hyra mellan 45 och 47 kronor per månad (som motsvarar en värdering av FTTH i en lägenhet till i snitt 46 kronor per hushåll per månad³³). Enkelt räknat skulle detta leda till ett mervärde av **2,3 miljarder per år** om Sveriges 4.2 miljoner bostäder kopplades till fibernätet, eller **1,6 miljarder** årligen som avkastning av den totala fiberinvesteringen.

4.3.4 Andra exempel

Effekten av fiberinvestering kan man observeras ge många andra effekter som är svårare att konvertera till avkastning. I detta stycke ger vi en översikt av dem genom olika exempel som besparingar på bostadsföretag, ökat företagande, och förbättrade befolkningsutveckling.

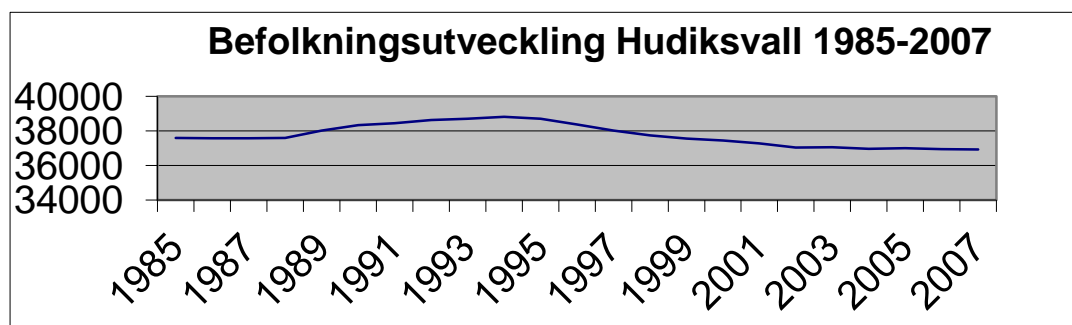
Fastighetsdriften (värme och ventilation) baseras till stor del på fjärrövervakning och styrning. Genom termostater i lägenheterna erhålls en bild av hur värmen fördelas i husen och man kan justera/optimera kurvorna för vattnets framledningstemperatur så att komfort-kravet uppfylls och samtidigt som energi sparas. Bostadsföretagen kan uppnå stora förtjänster tack vare bredband. Bredband medför digitala funktioner som kan innebära kostnadsbesparingar och effektivare förvaltningar. Vi kunde inte i ram för denna förstudie kvantifiera besparingarna på ett robust sätt. I appendix ger vi däremot några exempel som visar kostnadssiffrorna som står på spel där.

³² Se t ex resultat bland slutanvändare i Ovum (2009)

³³ Genom avtalet, accepterar hyresgäster – genom deras representativa förening – att betala en 46 kronor högre hyra om fiber installeras i lägenheten, Hyresgästföreningen (2011), http://www.hedemorabostader.se/kundinformation/fastighetsnat_194, <http://www.stockholmshem.se/Boende/Boendeservice/Bredband/Vad-ar-Stockhomshems-nya-oppna-bredbandsnat/>

Hudiksvalls kommun har installerat fiber sedan 2002, och kan ge en indikation på mer långsiktiga effekter. Man observerar att antalet företag i Hudiksvallskommunen har ökat med 6-14% per år mellan 2004 och 2009. Representanter för Hudiksvalls kommun säger att fibertillgången har en positiv inverkan på kommunens övergripande företagsklimat.

Hudiksvall hade tidigare en negativ befolkningsutveckling, men sedan man installerade fibernätet har den utvecklingen stannat av och regionen behåller sina invånare. I december 2002 hade det minskat till 37.048 (ned 4% sedan 1994). Nedgången stannade på 2002, då betydande antal hushåll fått fiber. Denna tyder på att effekten av fiberinvestering kan ha en ganska snabb inverkan på befolkningsutveckling. I stycke 4.4.1 estimerar vi snitteffekten på nationellnivå med hjälp av regressionsanalys.



Figur 9 – Befolkningsutveckling i Hudiksvall

I byn Lindefallet, mellan Hudiksvall och Söderhamn, har 98 % av invånarna har fiber. Det är många exempel på invånare som bestämde att inte flytta tack vare fiber (Fiber Optic Valley³⁴ nämner olika exempel, som Peter Engström, 34, och Linn Sjöberg, 30, som valde att bygga hus i Lindefallet, flyttade dit tack vare fiber, vilket ses som en förutsättning för att kunna leva nära skog och natur utan att behöva känna sig helt isolerad (som Peter och Heather Nilsson som flyttade från Kalifornien för att kunna uppfostra sina fyra barn i en trygg miljö, eller Journalisten Marie Sandberg och författaren Georg Johansson, som flyttade från Bryssel). Och exemplen fortsätter. I en by med bara 227 invånare är yrkesspridningen stor. Flera lokala företag har lyckats

³⁴ FOV (2011)

hävda sig i tilltagande konkurrens tack vare fibern och även jordbruk är anslutna till fiber.

Sedan man drog fiber 2004 har befolkningen ökat med 7,5 procent i en by som varken har skola, vårdcentral, företagskoncentration eller tät bebyggelse. Satsningen på fiber i kombination med det aktiva föreningslivet gör Lindefallet till en by som lever och därmed en by människor vågar flytta till och investera i.

Ett annat gott exempel är Kista. Kista är en vetenskapsstad - en kreativ smältdegel där företag, forskare och studenter samverkar för att utvecklas.

ICT är Kistas absolut största bransch och fortsätter att generera tillväxt i form av nya företag och fler arbetstillfällen i Kista. Det visar de senaste siffrorna i den Trendrapport som publicerades i december 2010.

Idag finns det närmre 1100 företag, 5000 universitetsstudenter och 1000 forskare inom ICT i Kista. 90 procent av ICT-företagen är exportföretag, en siffra som ligger mycket högt jämfört med andra branscher. Detta visar tydligt på Kistas och ICT-branschens stora betydelse för tillväxten. I stycke 4.4.1 estimerar vi snitteffekten på nationellnivå med hjälp av regressionsanalys.

Kista hade inte kunnat få en sådan här utveckling utan tillgång till fiber. De flesta företag som verkar inom ICT har behov av en så kraftfull kommunikation så att de behöver en fiberförbindelse. Det är ingen överdrift att säga att förutsättningen för dessa företag och därmed för Kistas existens är tillgången till fiber.

4.4 Avkastning från indirekta effekter, statistisk analys

I detta avsnitt analyserar vi, med hjälp av multivariabel regression³⁵ den statistiska kopplingen mellan FTTH och två viktiga samhällsekonomiska faktorer. Först tittar vi på utvecklingen i en kommuns folkmängd, sedan på hur fiber påverkar sysselsättningen.

4.4.1 Befolkningsutveckling

Vi kan förvänta oss att utvecklingen har en tendens att följa trenden den befinner sig i, om inte något annat händer, det vill säga

$$P(t)/P(t_0) = \{P(t_0)/P(t_0 - T)\}^K, \quad (2)$$

där K är en faktor som är i första hand lika med $(t_1 - t_0)/T$. Trenden kan dock påverkas av olika faktorer, som kan öka eller minska kommunens attraktivitet, som t.ex. skattesatsen, förbättring/försämring av olika tjänster och infrastrukturer, den ekonomiska konjunkturen i regionen mm. Vi kan modelera effekten av dessa förändringar som ett bidrag i form av procentuell ökning/minskning av befolkningen, vilket översatts till en exponentiell term i vår ekvation för varje sådan effekt. Ekvation (1) blir då

$$P(t)/P(t_0) = \{P(t_0)/P(t_0 - T)\}^K \exp\{ \kappa_1 X_1 + \kappa_2 X_2 + \dots + \kappa_N X_N \}. \quad (3)$$

Om vi tar logaritm av båda sidor blir ekvationen:

$$\Delta P(t) = \log P(t_0) + K \cdot \Delta P_T + \kappa_1 X_1 + \kappa_2 X_2 + \dots + \kappa_N X_N, \quad (4)$$

³⁵ Stock & Watson (2003)

där $\Delta P_T = \{P(t_0) - P(t_0 - T)\} / P(t_0 - T)$ är folkmängd förändring tills tid t_0 över tidsperiod T , där vi har använt $\log(x) \cong x - 1$ för $x \ll 1$. Vilka bland alla möjliga faktorer vi väljer att inkludera i modellen bestäms i en kompromiss mellan modellens precision och tillgänglighet, tillförlitlighet och noggrannhet av mått för faktorerna. Statistisk oberoende mellan faktorer är också en viktig parameter för att modellen ska kunna tillämpas. I denna förstudie, har vi tagit fram mätningar för faktorer som tillåter oss att specificera modellen till³⁶:

$$\log P(t) = \log P(t_0) + K \cdot \Delta P_T(t_0) + \kappa_F F(t_0) + \kappa_s \Delta s(t) + \kappa_u u(t), \quad (5)$$

där $t = 2010$, $t_0 = 2007$, och $T = 10$, så att $P(t)$ och $P(t_0)$ är folkmängd i kommunen i år 2010 respektive 2007, $\Delta P_T(t)$ är den relativa folkmängdsändringen mellan 1997 och 2007, $F(t-3)$ är andel av befolkningen i kommunen med förutsättning för anslutning till fibernätet³⁷, $\Delta s(t) = s(t) - s(t_0)$ är ändringen i skattesatts, och $u(t)$ är andel av utländska medborgare i 2007 (med bosättningsstid i Sverige 2 år, enligt SCB definition)³⁸. Det vill säga, modellen letar efter en korrelation mellan situationen i kommunerna i 2007 (närmare bestämt, folkmängdtrenden, fiberinfrastruktur, och demografi) och förändringen i folkmängd tre år senare. Denna tids förskjutning har två anledningar. En är att effekterna av förändringarna oftast inte är momentana (förutom skatteändringen³⁹). Den andra är att den eliminerar problemet med bakvänd

³⁶ Andra faktorer som vi övervägt är kostnader för förskoleverksamhet, kostnader för utbildning, kostnader äldre och funktionshindrade, andel av befolkningen i åldersklassen 20-64 år, andel av befolkningen över 65 år, samt medelinkomst, men alla visade antingen icke-signifikant korrelation med $P(t)$, eller hög korrelation med ΔP_T eller båda; mätningar för utbildningsnivå (som vi bedömde som möjligen relevant) var ej tillgängliga.

³⁷ Enligt PTS definition: andel i eller inom 353 meter av en fiberansluten fastighet.

³⁸ Det visar sig att $u(t)$, så som $\Delta s(t)$ och $F(t_0)$ är icke-korrelerat med $\Delta P_{10}(t)$, för $t = 2010$, $t_0 = 2007$.

³⁹ Därför tittar vi på $s(2010) - s(2007)$; vi har faktiskt kört analysen genom att ta hänsyn till

kausaltet (dock inte möjligheten att en tredje faktor är orsaken till både fiberinvesteringar och ändring av folkmängdstrenden)⁴⁰.

Vi kan nu använda modellen för att kvantifiera inverkan av varje effekt från. Ekvation(5) har meriten av att vara linjär, vilket tillåter oss att verifiera modellen med hjälp av en teknik som kallas för linjär multivariabel regression⁴¹, som består i att estimerar de okända koefficienterna κ_n som minimerar felet⁴², ε . Mer specifik, för varje kommun i mäter vi $P(t)^{(i)}$, $P(t_0)^{(i)}$, $\Delta P_{10}^{(i)}$, $F(t_0)^{(i)}$ och $\Delta s(t)^{(i)}$ och mäter sedan felet som⁴³:

$$\varepsilon^{(i)} = \log P(t)^{(i)} - \{ \log P(t_0)^{(i)} + K \cdot \Delta P_{10}^{(i)} + \kappa_F F(t_0)^{(i)} + \kappa_S \Delta s(t)^{(i)} + \kappa_U u(t_0)^{(i)} \}. \quad (6)$$

Vi kan beräkna en felindikator som $\sigma_\varepsilon = \sqrt{\sum |\varepsilon^{(i)}|^2}$ och leta sedan efter den minsta värden av σ_ε genom att variera K , κ_F , κ_S , κ_U . Värden β_K , β_F , β_S , β_U som minimerar definierar σ_ε är vår estimat av effekterna för K , κ_F , κ_S , respektive κ_U .

När vi kör beräkningar i mjukvarumiljön *Matlab*®, med hjälp av en linjär regression toolbox, får vi följande resultat:

$$\beta_K = 0.27 \pm 0.02$$

$$\beta_F = 0.025 \pm 0.008$$

$$\beta_S = -0.50 \pm 0.42$$

$$\beta_U = 0.18 \pm 0.13,$$

där vi har också angivit den 95% konfidensintervall. Vi kan se att mycket av

skatteändringar i tidigare år, men hittade betydligt mindre starkt korrelation.

⁴⁰ Stock & Watson (2003)

⁴¹ Stock & Watson (2003)

⁴² Det vill säga: β_n är estimatet av den okända faktorn κ_n .

⁴³ vi kommer att få ett specifikt fel för varje kommun därför att, även bortsatt från mätfel, varje kommun är unikt och kommer därför beskrivas bättre eller sämre av modellen än andra kommuner

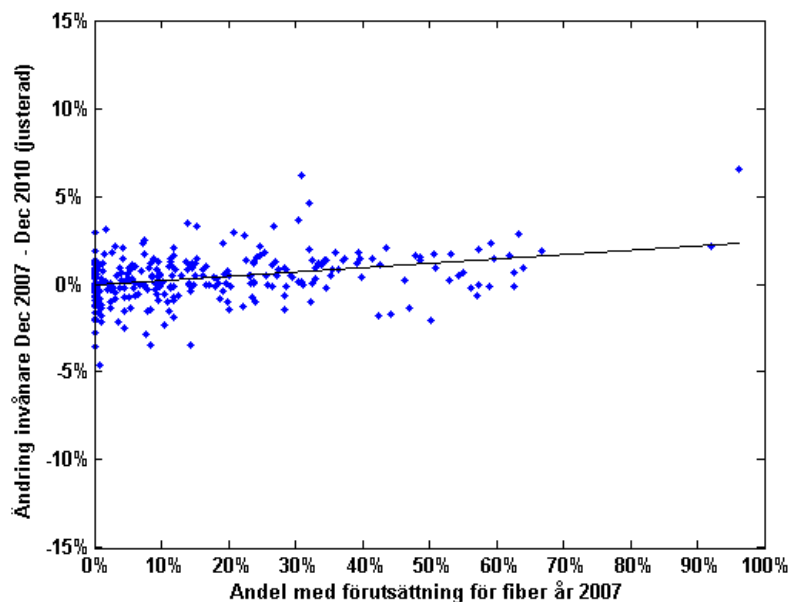
folkmängdsutveckling förklaras som väntat av den tidigare trenden (och β_K är nära värdet som vi skulle förvänta oss om trenden 1997–2007 skulle förbli under perioden 2007–2010, dvs $3/10=0.3$). Vi kan sedan observera att fibern har en positiv effekt: en 10% högre i andel av befolkning som kan nås av fiber, motsvarar en positiv ändring i befolkningen efter tre år med 0.25%. Inte överraskande, har skattesänkningar en positiv effekt också i den korta perioden (3 år), fast dess signifikans är inte stark, som visar den stora felmarginalen. Slutligen, kanske mindre väntat, har en hög andel av utländska medborgare en positiv effekt på folkmängdsutveckling (trots också med svag signifikans).

Låt oss nu analysera effekten av fiber i bättre detalj. Figur 10 visar en graf där varje kommun är representerad med en punkt, vars x -koordinat visar kommunens fiberpenetration (mät som andel av befolkningen med förutsättning för fiber) i 2007, och vars y -koordinat visar justerad ändring i dess folkmängd mellan 2007 och 2010. Justeringen motsvarar en "rensning" från andra faktorer, och från medeleffekter⁴⁴. Den svarta linjen följer modellens prognos, med $\beta_F = 0.025$. Det framgår från Figuren att kommunerna följer prognosen, fastän med ett visst fel, $\varepsilon^{(i)}$, som förklaras med andra faktorer som modellen inte tar hänsyn till.

Det är viktigt att påminna att 95 % felmarginal 0.008 betyder att en kommuns folkmängd skulle utvecklats varit mellan 0.17% och 0.33% (alltså $[0.025 \pm 0.008] \cdot 10\%$) om den hade haft 10 % mer fiber om allt annat hade varit exakt lika, och detta påstående är sant med en 95% säkerhet. Det faktum att en viss kommun visar en folkmängdsutveckling som är högre eller mindre än modellens prognos beror inte på säkerhetsintervall, utan på att allt annat som modellen inte tog hänsyn till inte var exakt lika i alla kommuner, samt på mätfel, som i varierande grad alltid präglar vilket vetenskapligt experiment som helst.

⁴⁴ I matematiska termer: $y^{(i)} = \log P(t)^{(i)} - \log P(t_0)^{(i)} - \beta_K \cdot [\Delta P_{10}^{(i)} - \langle \Delta P_{10} \rangle] - \beta_S \cdot [\Delta s(t)^{(i)} - \langle \Delta s(t) \rangle] - \beta_u \cdot [u(t_0)^{(i)} - \langle u(t_0) \rangle]$, där $\langle x \rangle = \sum_i^N x^{(i)}$ är medelvärdet av faktor x över de $N = 290$ kommunerna; $t = 2010$, $t_0 = 2007$.

Läsaren som är mer insatta i multivariabel regression kan se mer detaljer av beräkningar i tabell 1 nedan.



Figur 10 – Effekten av fiberinstallation på kommunens attraktivitet: man kan se att högre fiberpenetration i 2007 (mät som andel med förutsättning för fiber enligt PTS definition) led till en högre inflyttning till (eller lägre utflyttning från) kommunen (mät som procent ändring av invånare, justerad för andra effekter).

TABELL 1: RESULTAT AV LINJÄR MULTIVARIABEL REGRESSION

 Number of observations: 290

R-square: 0.77335

Adj. R-square: 0.77017

Explained variable: log(pop_Dec_2010 ./ pop_Dec_2007)

beta coeff	std. err	tstat	95% conf int		parameter
0.02548	0.0042499	5.9954	0.017116	0.033845	PTS_FN_2007
-0.50148	0.21558	-2.3262	-0.92579	-0.077174	(s2010 - s2007)
0.27269	0.0105	25.971	0.25203	0.29336	Delta_pop_10_2007
0.18092	0.066612	2.716	0.049817	0.31202	foreign_share_Jun_2007
-0.0013712	0.0017409	-0.78766	-0.0047977	0.0020552	ones(length(K01),1)

4.4.2 Sysselsättning

När det gäller sysselsättning, gör vi antagandet att en kommun med hög sysselsättning också är en attraktiv kommun. Detta är ett grovt kvalitativt påstående, men det kommer till hjälp när vi försöker separera effekten av fiber från andra faktorer. Med andra ord, vi observerar att en kommun är attraktiv, vilket beror på många saker, men vi är intresserade är att kunna kvantifiera hur mycket av sysselsättningsutveckling som kan förklaras av kommunens fiberpenetration, och hur mycket av annat. En indikator som beskriver en kommuns attraktivitet är dess folkmängdförändring under de tio åren 1998-2007 (se föregående avsnitt). Man kan med andra ord förvänta sig att en kommun som har haft en positiv inflyttning under ett decennium har stora möjligheter att ha en positiv ekonomi, vilket kan leda till en positiv utveckling av sysselsättning. Detta är för tillfället bara en arbetshypotes som behöver verifieras i beräkningen. Vi kan sedan identifiera ett antal *nya* faktorer, det vill säga faktorer som dök upp runt 2007 (eller en kort period runt det) som potentiell grund till ändring i sysselsättning. Fiber är en sådan kandidat, som diskuterat i Kapitel 3 (även om vi förväntar största delen av dess effekter på sysselsättning att uppstå i en längre tidsperiod än tre år). Andra faktorer som vi kan identifiera är invandring, skatteändringar från 2007 till 2010, utbildningsnivå, och andra infrastruktur och tjänster i kommunen. Vi kan därför bygga en liknande Ekvation som vi gjorde för folkmängdutveckling

$$\Delta w(t) = K \cdot \Delta P_T + \kappa_1 X_1 + \kappa_2 X_2 + \dots + \kappa_N X_N + \Delta_0, \quad (7)$$

där vi har nu adderat en term, Δ_0 , som står för den nationella ändringen i sysselsättning som beror på den ekonomiska konjunkturen, och som slår i alla kommuner.

Återigen, vilka bland alla möjliga faktorer vi väljer att inkludera i modellen bestäms i

en kompromiss mellan modellens precision och tillgänglighet, tillförlitlighet och noggrannhet av mått för faktorerna, samt statistisk oberoende. Vår modell blir då⁴⁵:

$$\Delta w(t) = K \cdot \Delta P_T(t_0) + \kappa_F F(t_0) + \kappa_u^+ u^+(t_0) + \Delta_0, \quad (8)$$

där $t = 2009$, $t_0 = 2007$, och $T = 10$, så att $\Delta P_T(t)$ är den relativa folkmängdsändringen mellan 1998 och 2007, $F(t_0)$ är andel av befolkningen i kommunen med förutsättning för anslutning till fibernätet⁴⁶, och $u_+(t)$ är en indikator av ”ekonomisk fördelaktigt” invandring som definieras som:

$$u^+(t_0) = u(t_0) \cdot [i(t_0) > i_R]. \quad (9)$$

Indikatorn bygger på konstateringen att invandring kan leda till positiva samt negativa effekter beroende på dess natur. Man kan förvänta sig att asylmotiverad invandring har en negativ effekt på sysselsättning på kort sikt, medan invandring av högutbildade personer har en positiv effekt. Statistiken om vilken typ av invandring saknas, så vi använde oss av medelinkomst $i(t_0)$ för kommunen som hjälp: vi gör antagande att högutbildade invandrare har högre köpkraft och därför att bosätta sig i område med högre medelinkomst. Om en kommun har en medelinkomst som överstiger en viss tröskel i_R är kommunen klassad som ”rik” och dess andel utländska medborgare⁴⁷ u

⁴⁵ Även här har vi testat effekten för förskoleverksamhet, kostnader för utbildning, kostnader äldre och funktionshindrade, andel av befolkningen i åldersklassen 20-64 år, andel av befolkningen över 65 år, samt medelinkomst, men alla visade antingen icke-signifikant korrelation med $P(t)$, eller hög korrelation med ΔP_T eller båda; skatteändringar samt skattenivå i t_0 visade ingen korrelation med $w(t)$ heller; andel invandrare (som definierade av SCB) visade ingen korrelation: däremot var det signifikant korrelation mellan $w(t)$ och $u_+(t_0)$; återigen, mätningar för utbildningsnivå (som vi bedömde som möjligen relevant) var ej tillgängliga.

⁴⁶ Enligt PTS definition: andel i eller inom 353 meter av en fiberansluten fastighet.

⁴⁷ Det visar sig att $u(t)$, så som $\Delta s(t)$ och $F(t_0)$ är icke-korrelerat med $\Delta P_{10}(t)$, för $t = 2010$, $t_0 = 2007$.

(t_0) är lika med ”ekonomisk fördelaktig” invandringen $u^+(t_0)$. Annars, är $u^+(t_0) = 0$. Vi kunde däremot inte hitta en indikator för ”ekonomisk nackdel av” invandringen.

Igen, så letar vi efter effekter på sysselsättning efter en viss tid. SCB:s senaste data om sysselsättning var dock November 2009, därför är tidsförskjutning 2.5 år. Vi förväntar starkare resultat med längre tidsförskjutning. Igen, vi letar efter $\beta_K, \beta_F, \beta_u^+, \beta_0$ som minimerar felvariansen σ_ε som estimerat av effekterna $K, \kappa_F, \kappa_u^+,$ repsektive κ_0 . *Matlab*® beräkningar ger oss de följande resultaten:

$$\beta_K = 0.11 \pm 0.02$$

$$\beta_F = 0.0011 \pm 0.0010$$

$$\beta_u^+ = 0.51 \pm 0.44$$

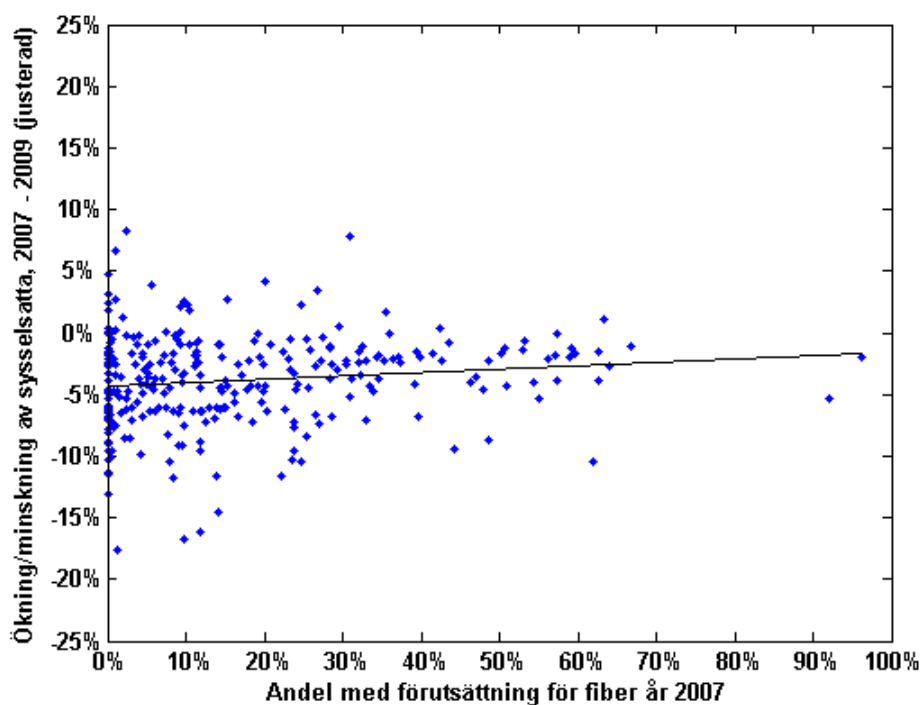
$$\beta_0 = -0.017 \pm 0.002,$$

där vi har också angivit den 95 % konfidensintervall. Vi kan se att en del av sysselsättningsändring är korrelerat till folkmängdsändring mellan 1998 och 2007, vilket stödjer vår hypotes att denna är en bra indikator på kommunens attraktivitet (och felmarginalen för β_K är relativt låg). Konjunkturen har också en signifikant dock mindre stark påverkan, alla andra faktorer lika, har kommunernas sysselsättning försämrats med 1.7 % (och åren 2007-2009 faktiskt uppvisade en minskad sysselsättning i Sverige)

Vi kan sedan observera att fibern har en positiv effekt, fast med mindre intensitet och signifikans än på folkmängdutveckling. : en 10 % högre i andel av befolkning som kan nås av fiber, motsvarar en positiv ändring i sysselsättning efter två och ett halv år mellan 0 % och 0.2 %. Slutligen, har en hög ”ekonomisk fördelaktig” invandring en positiv effekt på sysselsättning: 1 % högre andel invandrare i ”rika” kommuner i 2007 motsvarar en 0.5 % högre sysselsättning.

Låt oss nu analysera effekten av fiber mer i detalj. Figur 10 visar en graf där varje kommun är representerat med en punkt, vars x-koordinat visar kommunens fiberpenetration (mät som andel av befolkningen med förutsättning för fiber) i 2007, och vars y-koordinat visar den justerad ändring i dess folkmängd mellan 2007 och 2010. Justeringen motsvarar en ”rensning” från andra faktorer, och från

medeleffekter, på samma sätt som gjordes i föregående avsnitt. Den svarta linjen följer modellens prognos, med $\beta_F = 0.0011$. Det framgår från Figuren att kommunerna följer prognosen, fastän med ett visst fel, $\varepsilon^{(i)}$, som förklaras med andra faktorer som modellen inte tar hänsyn till. Läsaren som är mer insatta i multivariabel regression kan se mer detaljer av beräkningar i tabell 1 nedan. Effekterna av fiberinvestering förväntas dock visa positiv effekt på sysselsättning genom indirekta och inducerade effekter, så det blir intressant att kunna följa utvecklingen för att verifiera om β_F ökar märkbart de kommande åren. Som en fortsättning på den här studien skulle det i 2011 och 2012, vara relevant att analysera inverkan av fiber andra faktorer som i sin tur har en effekt på sysselsättning.



Figur 11 – Effekten av fiberinstallation på kommunens sysselsättning: man kan se att högre fiberpenetration i 2007 (mät som andel med förutsättning för fiber enligt PTS definition) led till en bättre utveckling av sysselsättning i kommunen (mät som procent ändring av andel sysselsatta i kommunen, justerad för andra effekter).

TABELL 2: RESULTAT AV LINJÄR MULTIVARIABEL REGRESSION

 Number of observations: 290

R-square: 0.30812

Adj. R-square: 0.30087

Explained variable: (w_Nov_2009 - w_May_2007)

```
-----  
beta coeff | std. err | tstat | 95% conf int | parameter  
-----  
0.010579 | 0.0049547 | 2.1351 | 0.00082698 0.020331 | PTS_FN_2007  
0.10806 | 0.012329 | 8.7646 | 0.083794 0.13233 | Delta_pop_10_2007  
0.50822 | 0.22574 | 2.2514 | 0.06393 0.95252 | I_plus_Jun_2007  
-0.016827 | 0.0012631 | -13.322 | -0.019313 -0.014341 | ones(length(K01),1)  
-----
```

5 Resultatdiskussion och slutsatser

Vi har i vår analys sett hur fiberinvesteringar resulterat i betydande värden. Det är dock inte alltid som värdet återfinns på samma plats som investeringen, varför en helhetsbedömning är nödvändig. Vi kan också se att samhällsvärdet av bredband är betydande och konstatera en inverkan på ekonomisk tillväxt och utveckling i de kommuner som satsat på FTTH.

Vi har i kapitel 4 beräknat den årliga effekten under de närmaste åren efter att fiberinfrastrukturen har byggts. Här visar vi ett scenario där investeringen delas upp i fyra år, och beräknar avkastningen år per år, upp till fem år efter investeringen påbörjats. Vi avstår från att ge en uppskattning på längre sikt då de data och den modell vi använder i nuläget inte tillåter att en robust uppskattning.

5.1 Beräkning av den totala samhällsekonomisk avkastning

I kapitel 4 har vi räknat hur mycket avkastning skulle man förvänta sig från I denna förstudie har vi estimerat investeringsbehov för att koppla hela Sveriges befolkning med FTTH genom att sondera med företag som är aktiva i fibernätinstallation, till ca 39 miljarder kronor.

Vi följer en snabbdriftsättningsscenario där FTTH nätet byggs ut i fyra år, med 40 procent investering under första året och resterande distribuerad över år 2 till 4 med gradvist avtagande intensitet (se Figur 12). Dvs, investeringen i år $t = 1, 2, 3, 4, 5$ blir

$$\begin{aligned}I(1) &= 0.4 K, \\I(2) &= 0.3 K, \\I(3) &= 0.2 K, \\I(4) &= 0.1 K, \\I(5) &= 0.\end{aligned}\tag{10}$$

Vi antar att den resulterande fiberpenetrationen för varje år, är proportionell mot den ackumulerade investering t.o.m. året innan, och vi inkluderar inte driftkostnaden. Likaså tar vi inte hänsyn till inflation, och kapitalavkastning, utan beräknar i reella

termer.

Vi kan med dessa antagande ta in de siffrorna som vi räknat i Kapitel 4, och vikta dem med den nådda fiberpenetrationen i varje år. Beräkningen är delad på direkta och indirekta effekter som är mätbara nu: ekonomisk aktivitet direktkopplad till anläggning, besparingar i kommuners och landstings data- och telekommunikation, ökad BNP på grund av ökad sysselsättning, mervärde för slutanvändare. Förbättrad befolkningsutveckling kvantifieras, men översätts inte i termer av ekonomisk avkastning på grund av saknande schablonvärden. Direkt avkastning för år t ges som:

$$A_d(t) = 0.93 I(t-1), \quad (11)$$

där $I(t-1)$ är investeringen tidigare år, enligt beräkningsresultat som Katz et al (2009) har tagit fram för direktavkastning för investering i bredbandsinfrastruktur.

Indirekt avkastning räknas som:

$$A_i(t) = (b_k + b_l + b_i N_h + 0.01 y N_a) R_i(t) [1 - F(0)], \quad (12)$$

där b_k är kommunernas total besparing, b_l är landsting totalbesparing, b_i är individ besparing/mervärde per hushåll, N_h är antal hushåll, y och N_a är de nuvarande genomsnittliga inkomsten, respektive arbetskraften i landet). $F(0)$ är den nuvarande fiberpenetration (30 % enligt PTS), och $R_i(t-1)$ är den ackumulerat året innan⁴⁸. Den totala avkastningen år t blir helt enkelt:

$$A_{tot}(t) = A_d(t) + A_i(t). \quad (13)$$

Siffror på indirekta effekter med längre tidshorisont än fem år samt andra inducerade effekter tas inte in på grund av brist på data. Resultatet bör därför ses som konservativt. Den resulterande avkastningen, som funktion av tid, presenteras i figurerna nedan. Vi kan observera att en totalinvestering på ca 39 miljarder ger en ackumulerad avkastning på ca 70 miljarder efter fem år. Med andra ord, en investerad krona mellan idag och om fyra år, ger tillbaka minst 1,5 kronor om fem år. Vi förväntar oss att avkastningen blir större än så på grund av andra effekter som är svåra att kvantifiera; och att avkastningen efter 10 år blir betydligt större tack vore viktiga

⁴⁸ I matematiska termer = $\sum_0^t I(t-1)$.

indirekta och inducerade effekter, som vi inte hade resurser att kvantifiera under förstudien. Vi föreslår mer omfattande detaljstudier.

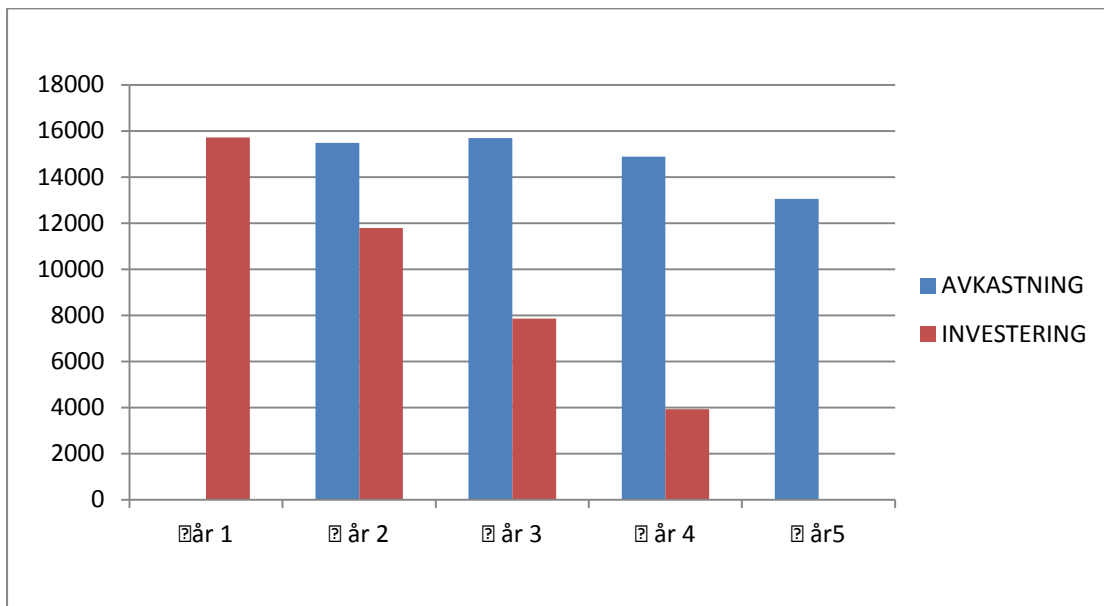
5.2 Investering och avkastning under fem år

De resultat som genererats i kapitel 4, använder vi i ekvation (10) – (13) för att beräkna investering och avkastning under tiden. Resultatet presenteras i grafer som visar hur investering och avkastning kan se ut under fem år.

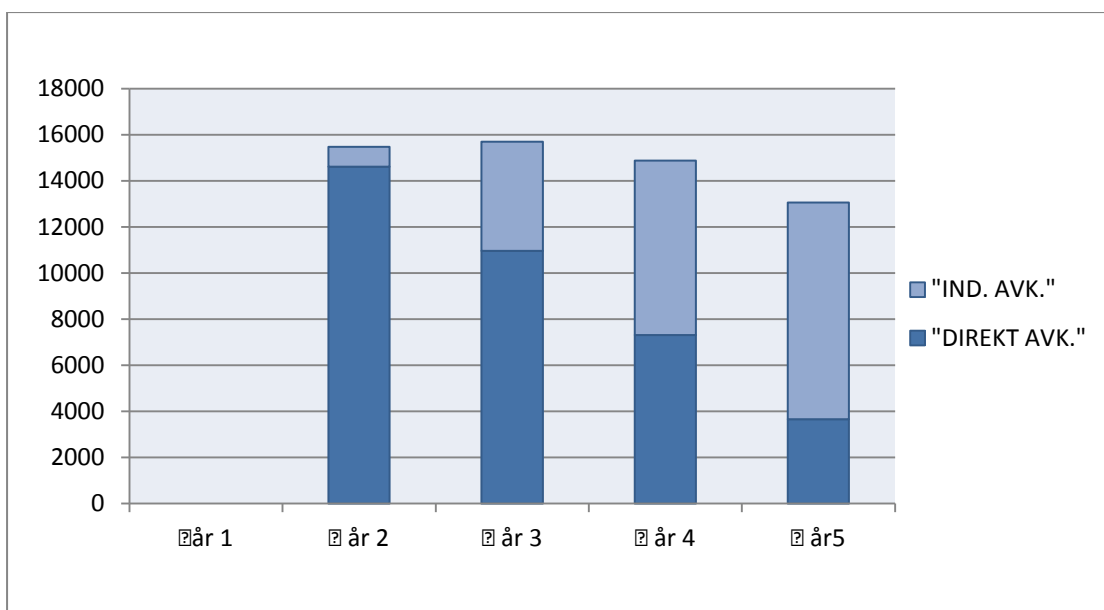
I Figur 12 visas investering och avkastning år per år. Man kan se att under första året är investeringskostnaden störst, men avtar sedan de följande åren. Samtidig uppstår en markant avkastning redan år 2, tack vare den direkta ekonomiska värde som skapas genom utbyggnaden själv.

Vi kan sedan förvänta oss att avkastningen från direkta effekter börjar gå ner med åren (Figur 13) medan indirekta och inducerade effekter ökar. Sannolikt ökar dess effekter i framtiden, men en mer omfattande studie behövs för att kunna kvantifiera detta.

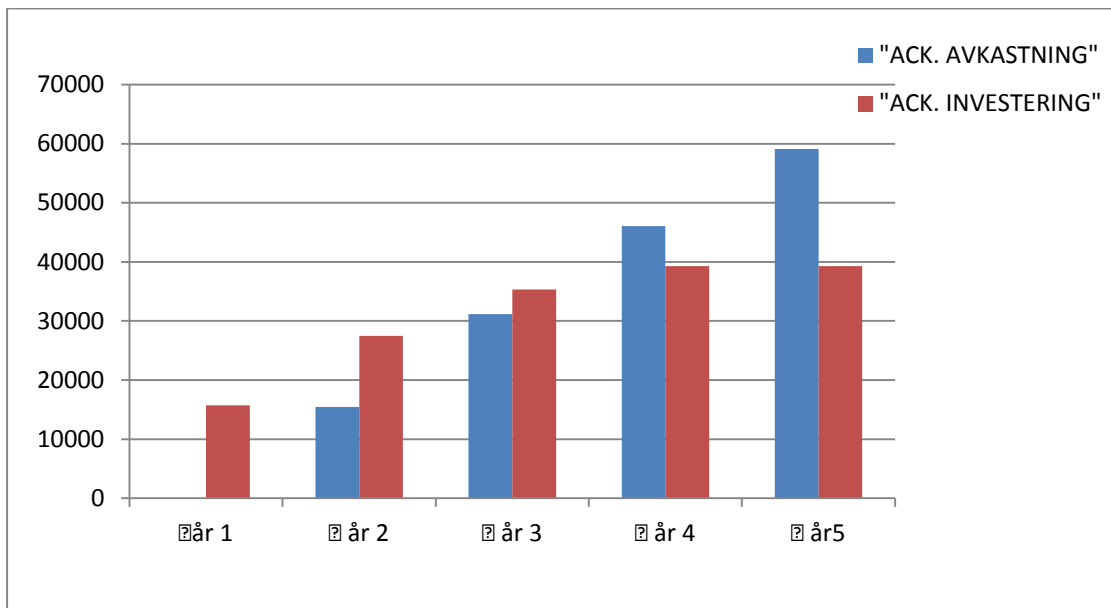
I Figur 14 ser man att den ackumulerade investeringen uppnår ”*break-even*” i termer av samhällseffekter 3,5 år, och efter fem år är den totala avkastningen 1,5 gånger den totala investeringen.



Figur 12 – Investering och samhällsekonomisk avkastning (miljoner kronor)



Figur 13 – Direkt och indirekt samhällsekonomisk avkastning (miljoner kronor)



Figur 14 – Ackumulerad investering och samhällsekonomisk avkastning (miljoner kronor)

6 Rekommendation

Det resultat som har framkommit i förstudien visar att det finns ett samband mellan förekomsten av fiber och samhällets ekonomiska utveckling. Det är inte alltid så att investeringen visar en tydlig direkt effekt utan effekten kan komma i andra former av samhällsnytta, där fiber fungerar som en möjliggörande teknik för utveckling. Vidare ser vi att effekten har en tidsfördröjning. Dessa två faktorer gör att bedömningen av effekten som en investering i fiber har är komplex och måste baseras på en mängd olika faktorer samt ske över en längre tidsperiod. Förstudien ger en indikation på att en investerad krona ger tillbaka minst 1,5 kronor fem år efter investeringen påbörjades. De data och den modell som vi använder i nuläget tillåter inte en robust uppskattning på längre sikt än så.

Vi föreslår därför en mer omfattande studie där modellen förfinas och utvidgas med mer detaljerad och uppdaterad data för att tydliggöra och säkerställa de resultat som den här förstudien visar på, och för att kunna uppskatta avkastning på längre sikt än fem år. Baserat på att bedömningen av effekterna vid fiber på samhällsnyttan är komplex så ser vi att en utveckling av modellen kan resultera i ett *samhällsekonomiskt ICT index*, som möjliggör en korrekt investeringsbedömning och rättvis jämförelse mellan kommuner.

Referenser

- Arthur D Little (2010), Socioeconomic effects of broadband investments
- Atkinson, R.T., D. Castro and S.J. Ezell (2009): “The Digital Road to Recovery: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America,” *The Information Technology & Innovation Foundation (ITIF)*,
<http://www.itif.org/files/roadtorecovery.pdf>
- Brynjolfsson, E. and A. Saunders (2010): *Wired for Information. How Information Technology is Reshaping the Economy*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- CDC (2011), email conversation with Anne-Sophie De La Gorce, 23 March 2011
- CESifo (2009): “Investment in high speed Internet in the course of economic stimulus packages,” CESifo DICE Report 3/2009, 61-62, <http://www.cesifo-group.de/pls/guestci/download/CESifo%20DICE%20Report%202009/CESifo%20DICE%20Report%203/2009/dicereport309-db1.pdf>
- Commission of the European Communities (2007), “Impact Assessment. Accompanying document to the Commission proposal for a Directive of the European Parliament and the Council amending European Parliament and Council Directives 2002/19/EC, 2002/20/EC and 202/21/EC, Commission proposal for a Directive of the European Parliament and the Council amending European Parliament and Council Directives 2002/22/EC and 2002/58/EC, Commission proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council establishing the European Electronic Communications Markets Authority
http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomms/doc/library/proposals/ia_en.pdf
- Connected Nation (2008), “The Economic Impact of Stimulating Broadband Nationally”
http://www.connectednation.org/_documents/Connected_Nation_EIS_Study_Executive_Summary_02212008.pdf
- Crandall, R. and C. Jackson (2001): “The \$500 Billion Opportunity: The Potential

- Economic Benefit of Wide-spread Diffusion of Broadband Internet Access,”
Criterion Economics,
http://www.att.com/public_affairs/broadband_policy/BrookingsStudy.pdf
- Crandall, R., W. Lehr and R. Litan (2007): “The Effects of Broadband Deployment on Output and Employment: A Cross-sectional Analysis of U.S. Data,” *The Brookings Institution: Issues in Economic Policy*, Number 6, July 2007
www.brookings.edu/~media/Files/rc/papers/2007/06labor_crandall/06labor_crandall.pdf
- Czernich, N., O. Falk, T. Kretschmer and L. Woessmann (2009): „Broadband Infrastructure and Economic Growth,” *CESifo Working Paper No. 2861*,
http://www.cesifo-group.de/pls/guestci/download/CESifo%20Working%20Papers%202009/CESifo%20Working%20Papers%20December%202009/cesifo1_wp2861.pdf
- Datta, A. and S. Agarwal (2004): “Telecommunications and economic growth: a panel data approach,” *Applied Economics*, 36, 1649-1654.
- Digital Scotland (2010): Royal Society of Edinburgh, Digital Scotland report, October 2010
- Draca, M., R. Sadun and J. van Reenen (2007): “Productivity and ICTs: A review of the evidence,” in: Mansell, R., C. Avgerau, D. Quah and R. Silverstone (eds.), *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*, Oxford University Press, 100-147.
- Eklund (2009): email communication with Hans Eklund, former Ericsson AB, November 2009.
- EkoT (2011): email communication with Lars Hedberg, EkoT AB, September 2011
- Ericsson (2011): email communication with Per Olof Ohlsson, Ericsson AB, September 2011
- Felton B. (2010), *Yankee Group*, Socioeconomic Benefits, FTTH Bulgaria, January 2010
- Fornefeld, M., G. Delaunay and D. Elixmann (2008), “The Impact of Broadband on

Productivity and Growth,“ *Micus Management Consulting* (on behalf of the European Commission)
http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/benchmarking/broadband_impact_2008.pdf

Forzati, M. and Larsen, C. P. (2008), *Broadband Access and its Impact on the Economy, a Swedish Perspective (invited)*, proceeding of International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), paper Mo.B1.5, Athens, Greece.

Forzati, M., Larsen, C. P., Mattson, C. (2010), *Open access networks, the Swedish experience (invited)*, proceeding of International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Munich, Germany.

FOV (2011): email and document exchange with Magnus Burvall,

FTTH Council Europe (2009): “Fibre-to the-Home Expansion Defies the Economic Downturn,” *press release*, October 1,
http://www.ftthcouncil.eu/documents/press_release/PR_Global_Ranking_mid-2009_Final.pdf

FTTH Council Europe (2010): “G-20 need to speed up on Fiber to the Home,” *press release*, February 26,
http://www.ftthcouncil.eu/documents/press_release/PR_Global_Ranking_Lisbon_Final.pdf

FTTH Council Europe (2011): IDATE for FTTH Council Europe, FTTH Market Europe Dec. 2011, FTTH Conference, Milan, February 2011, available for download at
http://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/Market_Data_December_2010.pdf

Griliches, Z. (1969): “Capital-skill complementarity,” *Review of Economics and Statistics*, 51(November), 465-468.

IT Norbotten (2011): email communication with Tony Blomqvist, VD, IT Norbotten, July 2011.

Jorgenson, D. (2001): “Information Technology and the U.S. Economy,” *American*

Economic Review, 91(1), 1-33.

- Jorgenson, D., M. Ho and K. Stiroh (2008): “A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence,” *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3-24.
- Katz, R. (2009): “The Impact of the Broadband Policy Framework on Jobs and the Economy,” *The Parliament*, 293, 2-3.
- Katz, R., S. Vaterlaus, P. Zenhäusern, S. Suter and P. Mahler (2009): “The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy,”
http://www.elinoam.com/raulkatz/German_BB_2009.pdf
- Koutroumpis, P. (2009): “Broadband Infrastructure and Economic Growth: A Simultaneous Approach,” *Telecommunications Policy*, 33(9), 471-485.
- Kramer, R., Lopez, A., Koonen, T. (2006), Municipal broadband access networks in the Nether lands, three successful cases and how New Europe may benefit, AccessNets, Athens, Greece, September 2006.
- LECG (2009): “Economic Impact of Broadband: An Empirical Study,” final report for Nokia Siemens Networks,
http://www.connectivityscorecard.org/images/uploads/media/Report_Broadband_Study_LECG_March6.pdf
- Lehr, W., C. Osorio, S. Gillett, and M.A. Sirbu (2005): “Measuring Broadband’s Economic Impact” paper pre-pared for Telecommunications Policy Research Conference, Arlington, VA
http://www.andrew.cmu.edu/user/sirbu/pubs/MeasuringBB_EconImpact.pdf
- Liebenau, J., R. Atkinson, P. Kärrberg, D. Castro and S. Ezell (2009): “The UK’s Digital Road to Recovery,” *LSE / ITIF*, April 2009,
<http://www.itif.org/files/digitalrecovery.pdf>
- Lin, C. (ed) (2006) “FTTH – The Swedish Perspective” in *Front Matter, in Broadband Optical Access Networks and Fiber-to-the-Home: Systems Technologies and Deployment Strategies*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. doi: 10.1002/047009480X.fmatter

- Majumdar, S. (2008): “Broadband adoption, jobs and wages in the US telecommunications industry”, *Telecommunications Policy*, 32, 587-599
- Micus (2008), www.micus.de/59a_bb-final_en.html
- Netel (2011): email communication with Paul Rundqvist, Netel AB, September 2011
- OASE (2010): The FP7 Integrated Project ICT-OASE, Deliverable D5.2
- OECD (2008): *OECD Information Technology Outlook 2008*,
http://www.oecd.org/document/20/0,3343,en_2649_34223_41892820_1_1_1_1,00.html
- OECD (2009a): The Role of Communication Infrastructure Investment in Economic Recovery, <http://www.oecd.org/dataoecd/4/43/42799709.pdf>
- OECD (2009b): *OECD Communications Outlook 2009*,
http://www.oecd.org/document/44/0,3343,en_2649_34223_43435308_1_1_1_37441,00.html
- OECD (2010): *OECD Employment Outlook 2010: Moving Beyond the Job Crisis*,
http://www.oecd.org/document/46/0,3343,en_2649_34747_40401454_1_1_1_1,00.html
- Ovum (2009): Socio-economic Benefits of FTTH, Ovum draft report to the Market Intelligence Committee of the FTTH Council Europe, February 2009
- Pociask, S. (2002): “Building a Nationwide Broadband Network: Speeding Job Growth,” TeleNomic Research, LLC, 29. Herndon, Virginia
www.newmillenniumresearch.org/event-02-25-2002/jobspaper.pdf
- Qiang, C. (2009): “Telecommunications and Economic Growth,” unpublished working paper, World Bank, Washington D.C.
- Qiang, C. and C. Rossotto (2009): “Economic Impacts of Broadband,” in: World Bank Informations and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact, Washington, D.C.
- Reviriego, P., Larrabeiti, D., Maestro, J.A., Hernández J.A., Afshar P. and Kazovsky L. G. (2010), Energy Efficiency in 10Gbps Ethernet Transceivers: Copper

- versus Fiber, proceedings of the Optical Fiber Communications Conference, 2010
- Röller, L.H. and L. Waverman (2001): “Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach,” *American Economic Review*, 91(4), 909-923.
- SCB (2006): Årsbok för Sveriges kommuner 2006, Statistiska centralbyrån
- SCB (2007): Årsbok för Sveriges kommuner 2007, Statistiska centralbyrån
- SCB (2008): Årsbok för Sveriges kommuner 2008, Statistiska centralbyrån
- SCB (2009): Årsbok för Sveriges kommuner 2009, Statistiska centralbyrån
- SCB (2010): Årsbok för Sveriges kommuner 2010, Statistiska centralbyrån
- SCB (2011a): Årsbok för Sveriges kommuner 2011, Statistiska centralbyrån
- SCB (2011b): ”Folkmängd i riket, län och kommuner 30 juni 2011”. Statistiska centralbyrån. Läst 26 september 2011.
- Schaffer, W. A. (2010): *Regional Impact Models*, Georgia Institute of Technology
- Stokab (2011): email communication with Anders Broberg, Informationschef, AB Stokab, July 2011
- Van Ark, B., V. Chen, A. Gupta, G. Levanon and A. Therrien (2010): “The 2010 Productivity Brief: Productivity, Employment and Growth in the World’s Economies,” The Conference Board, 319(1), http://www.conference-board.org/economics/downloads/Productivity_Brief_2010.pdf
- Van Reenen, J., N. Bloom, M. Draca, T. Kretschmer and R. Sadun (2010): “The Economic Impact of ICT,” *Final Report*, LSE Centre for Economic Performance, http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/eda/econ_impact_of_ict.pdf
- Waverman, L. and K. Dasgupta (2010): “Connectivity Scorecard 2010,” LECG, <http://www.connectivityscorecard.org/images/uploads/media/TheConnectivityReport2010.pdf>
- Wieck, Reinhard & Vidal, Miguel (2010) Investment in telecommunications infrastructure, growth, and employment – recent research

https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/44323/1/38_wieck_vidal.pdf

A. Appendix – Literature study

There are a number of studies concerned with the impact of broadband (though especially copper based) and telecommunications infrastructure investment and their impact on the economy. These studies are both academic and produced within companies.

Katz et al. make a summary of the current research in the field of economic impact of broadband, especially the employment impact of broadband.⁴⁹ Similar work but also including non-academic work is done by LECG that accompanied the 2009 Connectivity Scorecard report⁵⁰.

The results are similar; broadband has an impact on GDP but the degree seems to vary with the ICT maturity of the country especially the report by LECG focuses on the complementary investments necessary for a country to benefit the most from broadband deployment. The main conclusion there is that countries that have invested in more than simply infrastructure, for example education, are also the countries that benefit the most from increasing their broadband deployment.⁵¹ In the case of Sweden, the conclusion is that the impact on GDP for each additional broadband line per 100 persons (in 2000 US dollars) is 274m for one additional line, 1,368 for five additional lines and 2,736m for ten additional lines⁵² despite the fact that Sweden already has a broadband penetration that is very high.

Table 1: Key Literature and Findings

Type of study and key findings	Key authors/contributions
Study of fixed line telecom impact 1980s and 90s Telecoms penetration drives economic growth,	Röller & Waverman (2001)

⁴⁹ Katz et al (2009) p 5

⁵⁰ LECG (2009)

⁵¹ LECG (2009) p 17

⁵² LECG (2009) p 5

Type of study and key findings	Key authors/contributions
<p>about 1/3 of the per capita GDP growth can be attributed to telecommunications infrastructure investments</p> <p>Spill-over benefits allow business to be done over long distances</p>	
<p>ICT productivity studies, 1980s, 1990s and 2000s</p> <p>ICT has a significant impact on business productivity in the US</p> <p>Evidence for European countries and Canada more fragile</p> <p>There is a lag as firms need to invest in complementary capital and work habits need to change</p>	<p>Jorgenson, Stiroh, Van Reenen, Brynjolfsson</p>
<p>Econometric studies of broadband</p> <p>Strong evidence that broadband drives employment</p> <p>Strong evidence that there is a positive relationship between broadband deployment and economic growth</p> <p>However, impact varies between countries</p>	<p>Lehr et al. (2005), Crandall et al. (2007), Qiang & Rossotto (2009), LECG (2009), Czernich et al. (2009)</p>
<p>“Forward-looking” broadband studies</p> <p>Major investments in broadband infrastructure will generate substantial employment and GDP growth</p> <p>Positive job effects outweigh negative effects</p>	<p>Crandall & Jackson (2001), Fornefeld et al. (2008), Atkinson et al. (2009), Katz et al. (2009)</p>

Source: LECG (2009) p 6 and Wieck & Vidal (2010) p 3, including some additional data from authors own studies

Four principle methods exist for assessing the economic impact of broadband investments: Input/output, Multivariate Regression Modeling, Cost/benefit analysis

and the Multiplier method. The order is by frequency used as methods. In the report Arthur D Little uses the last themselves.⁵³

LECG demonstrates that increased broadband development can have a significant impact on productivity and economic growth. The study, which is part of the ongoing Connectivity Scorecard research program⁵⁴, focuses on the impact of broadband in 15 OECD countries. The research suggests that with the right skills and infrastructure in place, broad-band strategies could increase national productivity and growth by up to 15%. This productivity improvement will increase GDP without increasing resources used in production. For example, the US could increase its GDP by \$100 billion with an increase of 10 additional broadband lines per 100 individuals. The study also underlines the importance of broadband as a stimulant to business growth in the current climate of economic uncertainty.

Czernich et al.⁵⁵ use an instrumental-variable approach in which they model broadband diffusion by an S-shaped diffusion curve. The analysis covers a panel of 25 OECD countries in the period 1996-2007. The authors find robust evidence that the emergence and diffusion of broadband significantly increases economic growth. A 10 percentage point increase in the broadband penetration rate raises annual per-capita growth by 0.9-1.5 percentage points.

Most research has been done on the national level, with comparisons done between countries. Some studies have done the analysis on the state (US)⁵⁶ or Landkreise

⁵³ Arthur D Little (2010)

⁵⁴ The Connectivity Scorecard model is a model that has been developed in co-operation between Nokia and London School of economics. “*Connectivity Scorecard is a global ICT index – the first of its kind to rank 50 countries not only on their deployment of ICT infrastructure but also to measure the extent to which governments, businesses and consumers make use of connectivity technologies to enhance social and economic prosperity, so called “useful connectivity”.*” www.connectivityscorecard.org Waverman and Dasgupta (2010)

⁵⁵ Czernich et al. (2009)

⁵⁶ Lehr (2009)

(Germany)⁵⁷ level.

In their seminal study, Röller and Waverman (2001) looked at growth across 21 OECD countries from 1970 to 1990 and found that about one-third of the per capita GDP growth (0.59 of the 1.96 percent per year growth rate) can be attributed to telecommunications infrastructure investments. They use a simultaneous equation model to integrate demand and supply in the telecommunications sector into the aggregate economy.

While Röller and Waverman thoroughly address causality issues in their analysis, their period of observation could not yet cover the diffusion of broadband technology. Their approach has inspired others to expand to the period after. Both the LECG study and the work of Czernich et al. are based on the Röller and Waverman report.

As Czernich et al. (2009) point out, broadband infrastructure allows the generation and distribution of decentralized information and ideas in markets increasingly relying on information as an input. For businesses high-speed Internet is a tool that allows cutting transaction costs, improving the organization and market fluidity. Broadband should accelerate economic growth by facilitating the development and adoption of innovation processes. In this way, broadband infrastructure may differ not only from other types of public infrastructure such as roads and bridges, but also from more traditional telecommunications infrastructure. Voice telephony has a coordination function and reduces transaction costs for existing businesses. Beyond that, high-speed internet via broadband infrastructure may accelerate the distribution of ideas and information, foster the development of new products and processes, and thereby further facilitating macroeconomic growth.

Table 2: Econometric studies of broadband

Study	Regional scope	Key findings	Comments
Czernich, Falck, Kretschmer & Wößmann (2009)	OECD	A 10 percentage point increase in broadband penetration rate raises annual	Data covers 1996-2007 period; instrumental

⁵⁷ Katz et al (2009)

Study	Regional scope	Key findings	Comments
		per capita growth by 0.9-1.5 percentage points	variable approach to address reverse causality
LECG (2009)	Europe, USA	In countries with a moderate to good ICT environment, increases in broadband penetration lead to substantial GDP increases In countries with low propensity for ICT the impact of broadband on productivity and GDP is not apparent	LECG estimate an aggregate productivity model addressing reverse causality / simultaneity issues
Qiang (2009), Qiang & Rossotto (2009)	120 countries	Fixed line, mobile phone, Internet and broadband have a positive impact on per capita income Growth effects are larger in developing countries than in developed countries	Cross-sectional endogenous growth model
Koutroumpis (2009)	EU-15	Broadband deployment has strong and statistically significant growth effects in the European Union	Data covers only the years 2003-2006
Crandall, Lehr &	USA	A one percentage point	Cross-sectional data

Study	Regional scope	Key findings	Comments
Litan (2007)		increase in broadband penetration (equal to ~3m lines) means 300,000 more jobs Statistically significant effect of broadband penetration on output growth, especially in the service industries	covers 2003-2005 data (48 states)
Lehr, Osorio, Gillett & Sirbu (2005)	USA	Broadband added about 1-1.4 percentage points to employment growth rate (1998-2002) Broadband has positive impact on new business establishments and housing rents (property values)	Cross-sectional panel data set of communities across the U.S. (segmented by zip code); covers 1998-2002 data

Source: Wieck & Vidal (2010) p 6

Katz et al. calculate the impact of investment in broadband technology on employment and output in the German economy.⁵⁸ They analyze two investment scenarios: The first one is based on the government's target to ensure 75% of German households have broadband access of at least 50 Mbps by 2014. The second investment scenario is based on 50% of German households having access to 100 Mbps and another 30% to 50 Mbps by 2020. Katz et al. estimate realizing the first target for 2014 will require an investment of €20.2bn creating 407,000 new jobs.

⁵⁸ Katz et al (2009)

Realizing the more ambitious second target by 2020 would even create 968,000 new jobs in total. In GDP growth terms, over a ten year period (2010-2020) broadband investment following the investment scenarios outlined above leads to an incremental 0.60% annual GDP growth. According to Katz et al.⁵⁹ the economic impact is based on mainly two levels, works created directly and network effects once the network is deployed.⁶⁰

Once deployed, the broadband infrastructure yields three types of economic impact labeled "network effects" or externalities. First, business firms might improve their productivity as a result of the adoption of more efficient business processes, themselves enabled by broadband services. Marketing of excess inventories and optimization of the supply chain are two of the effects that might be generated. Secondly, broadband deployment yields an acceleration of innovation resulting from the introduction of new broadband-enabled applications and services (for example, telemedicine, internet search, e-commerce, online education, video on demand and social networking). And, thirdly, broadband can have an impact on the composition and deployment of industry value chains. In other words, broadband can attract employment from other regions as a result of the ability to process information and provide services remotely. Among the likely businesses to be attracted, one should include outsourcing of services, and deployment of virtual call centers.

Summarizing the econometric studies analyzing the impact of broadband infrastructure on economic growth, it seems the evidence of broadband's positive impact on key economic variables such as GDP growth and employment is robust. It is noteworthy reverse causality or simultaneity issues have been addressed in an adequate manner. This is important as it easily might be argued that a simple association between economic growth and broadband deployment may be driven by reverse causality and omitted variables.⁶¹ In particular, individuals in richer countries have a higher ability to pay for broadband services, resulting in more rapid broadband

⁵⁹ Katz et al (2009) p. 5

⁶⁰ Katz et al (2009) p. 12

⁶¹ Czernich et al. (2009)

penetration. Furthermore, given rapid technological change in the last decades, broadband diffusion took place at the same time as the diffusion of other technologies like computers and mobile telephony, making it difficult to isolate the specific effect of broadband. Studies addressing these problems properly (such as Czernich et al. 2009 or LECG 2009) confirm the causal impact of broadband infrastructure on economic growth.

There is substantial evidence that telecommunication investment is a powerful engine of growth and employment. Different literature streams have analyzed the impact of ICT on growth, productivity and employment. Across a broad variety of data sets covering differing regional scopes, time frames and analytical approaches there are robust evidence for a significant economic impact of ICT investment. In particular, elaborate econometric analysis demonstrates that beyond mere correlation there is indeed a *causal* impact of broadband infrastructure on economic growth.

B. Appendix – Kapacitet av en transmissionskanal

Att fiber har en kapacitet och en transmission räckvidd som är större än andra överföringsinfrastruktur beror på fundamentala fysiska lagar. I detta appendix försöker vi ge en förklaring till detta.

Information överförs i ett transmissionsmedel (den så kallad *kanal*) genom att propagera en fysisk signal, typisk i form av en *elektromagnetisk våg*. Olika transmissionsmedel kan stödja överföring av signaler med olika *bärfrekvenser*⁶², f_b , vilket i sin tur definierar den högsta teoretiska bandbredd till högst $2 \times f_b$ (fast oftast blir bandbredden mycket mindre, typisk 1/10 eller mindre).

En kanals totala överföringskapacitet⁶³, C (d.v.s hur snabbt man kan överföra transmissionen, vilket man brukar mäta Mb/s eller Gb/s) kan man uttrycka som kanalens *bandbredd* (som man typiskt mäter i Hz) gånger *spektrumeffektivitet*, S (som man mäter i b/s/Hz), för signalen man propagerar:

$$C = B \times S. \tag{B.1}$$

I radiokanaler (som man använder i mobilkommunikation, wifi, och WiMax), är bärfrekvensen typiskt runt en eller några få gigahertz (miljarder Hz eller GHz) Bandbredden kan därför aldrig vara mer än några få GHz, men typiskt mindre än 1 GHz. På de telefontrådar som man använder för ADSL och dess varianter (som man brukar referera till som xDSL) är bärfrekvensen som högst drygt 1 MHz (en miljon Hertz) och bandbredden runt 1 MHz. Optisk fiber å andra sidan, överför elektromagnetiska vågar med extremt hög bärfrekvens (runt 193.000 GHz), så mycket högre än andra elektromagnetiska vågar, att vi har till och med ett specifikt namn för dem: ljus. Den typiska bandbredd som man lyckats använda idag är runt 4.000 GHz

⁶² En signals bärfrekvens, f_b , är inversproportionell mot signalens våglängd λ , närmare bestämt: $f_b = c/\lambda$, där c är ljusets hastighet i kanalen.

⁶³ Den totala kapaciteten måste sedan delas bland alla användare, om kanalen är delat.

när man behöver signalförstärkare (som i nationella eller internationella stamnät, där signaler överförs över hundratals eller tusentals kilometer), och betydligt mer för kortare avstånd. Det betyder att den tillgänglig bandbredd är per automatik tusentals gånger

Ekvation (B.1) säger att man kan öka kapacitet genom högre spektrumeffektiviteten.

Problemet med det är att det bara går att öka den till en viss grad. Varför?

Spektrumeffektiviteten definieras av hur man *kodar*⁶⁴ informationen på signalen: ju fler olika signalformer man använder sig av desto fler olika informationsenheter (så kallade *bits*) kan man överföra per symbol och (i andra ord högre spektrumeffektiviteten), men desto högre blir risken att tala fel symbol vid mottagare. I praktiken blir det ofta, i fiber likaså i radio- eller kopparkanaler, en kompromiss mellan spektrumeffektiviteten och transmissionsavstånd, och typiskt blir spektrumeffektiviteten begränsad till några få tiotals b/s/Hz. För att kompensera för den lägre bandbredden i radiokanalen, skulle man behöva öka spektrumeffektiviteten till minst tusentals b/s/Hz, utan att sänka den redan begränsad transmissionsavstånd, vilket ser helt orimligt givet det vi vet om fysiken och kommunikationsteori idag.

⁶⁴ Kodning är processen som mappar en viss information till fysiska signaler.

C. Appendix – Exempel och erfarenheter av FTTH i Sverige

C1. Effekter av kommunalt och personligt engagemang

Tillgången till bredband via fiber, skiljer sig avsevärt mellan olika kommuner, från 83 % täckning till 0 %. Enligt PTS har 40 kommuner mindre än 1 procent utbyggnad (PTS, Bredbandskartläggning 2010). I Sundbyberg har 83 % tillgång till fiber och i Arvidsjaur 67 %. Enligt stadsnätchefen i Arvidsjaur beror det på allmännyttan som har dragit in fiber till lägenheterna. I Sundbyberg äger det kommunala bostadsföretaget Förvaltaren även stadsnätet.

Vad beror variationen på? Efter samtal med både engagerade i fiberverksamhet och kommuner som är mindre aktiva, så framstår det som en viktig orsak det individuella intresset och tillit från de ansvariga.

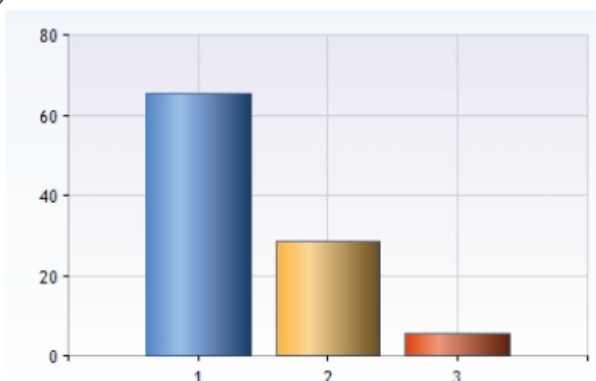
Kommuner med engagerade och informerade personer har betydligt större engagemang, än de som inte prioriterar frågan. Vi kan därför se att invånarantal, kommunstorlek, belägenhet och liknande har mindre betydelse för ICT-mognaden. I några fall finns det direktiv inom kommunkoncernen att bostadsföretag, stadsnät och kommun skall samverka, men många saknar sådana direktiv. Det finns också ett stort antal kommuner som inte har IT-policy och som saknar ägardirektiv för sina stadsnät.

3. Finns det en IT-strategi eller bredbandspolicy för kommunen?

(avser inte kommunens interna administration)

Besvarad av: 177 (78%) Ej besvarad av: 49 (22%)

1	Ja	116 (66%)
2	Nej	51 (29%)
3	Vet ej	10 (6%)



Figur 15 – Sveriges kommuner och IT strategi (Källa: Acreeos enkät)

I en artikel i Dagens Samhälle nr 13, 2011, uttalar sig kommunstyrelseordföranden i **Skinnskatteberg**, Lars Andersson.

Skinnskatteberg saknar helt fibernät, vilket KS ordföranden förklarar med, att man är skeptisk på grund av tidigare felsatsningar. Man köpte en radiolösning som visade sig fungera dåligt. De är därför rädda för att om igen göra en felsatsning och satsa på en bristande teknik.

Liknande erfarenheter finns även på andra håll och även regioner har upplevt sig göra felaktiga satsningar. Kalmar läns satsning med trådlöst bredband till alla kommuner kantades av en rad bekymmer. Liksom framgångsrika projekt är avhängigt engagerade medarbetare kan havererade projekt bero på lika engagerade personer som satsat på ”fel häst” .

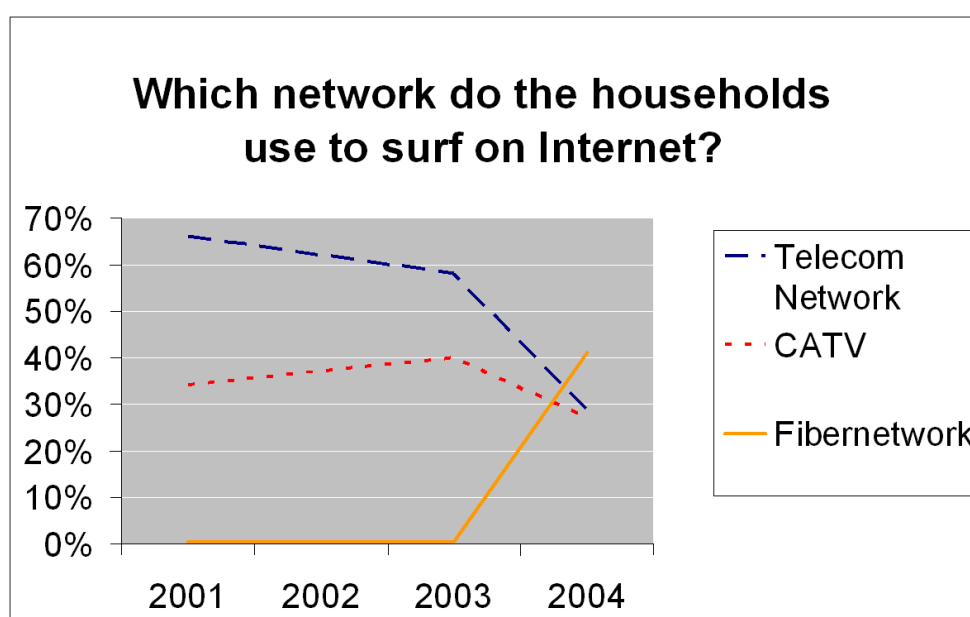
Oengagerade kommuner beror inte bara på ointresse utan framför allt på bristande information och kunskap om värdet av bredband och bredband som drivkraft för ekonomisk tillväxt.

Många kommuner har hög andel fiberanslutna invånare. Det beror ofta på att det kommunägda bostadsföretaget som drivit på utvecklingen. Det finns också några stadsnät som har tagit en liknande roll. Vi kan också notera att även större kommuner har visat en avvaktande ställning och tvekat, vilket har påverkat utvecklingen

negativt.

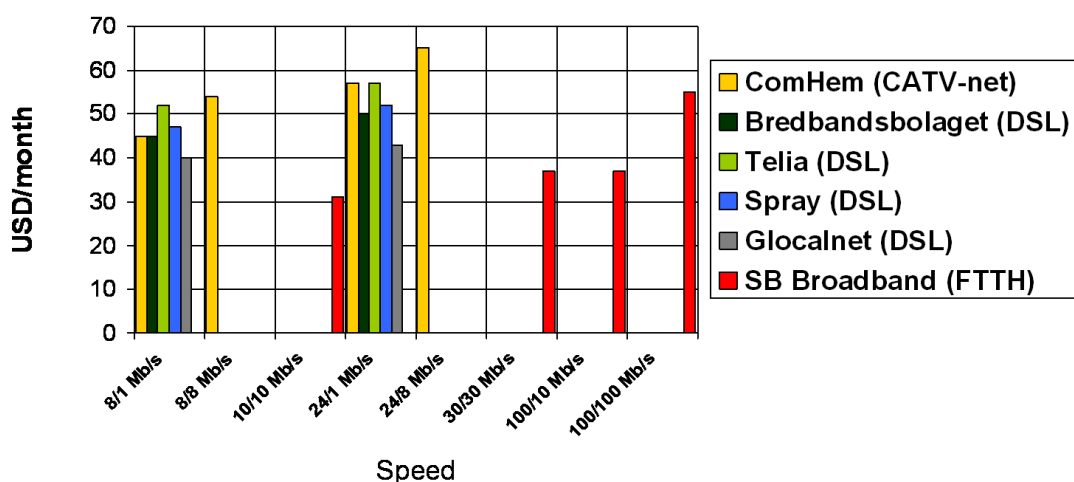
C2. Fibereffekter för bostadsföretag

För hyresgäster innebär fiberinstallation oftast större valfrihet, men också lägre priser, det visar exemplet Vällingby. I Svenska Bostäders pilotinstallation av 5 000 lägenheter i Vällingby blev effekten omedelbar. I området erbjöds redan tidigare Internet via kabel TV och dsl. Förändringen i vilken teknik som används av de boende är påtaglig, se Fig. 11.



Figur 16 - Vällingby

Prisbilderna förändrades också dramatiskt, i det öppna fibernätet med valfrihet och konkurrerande tjänsteleverantörer blev priserna lägre även på tjänster med högre hastighet.



Figur 17 – Prisbild för bredbandtjänster, Source: SV-BO

Den svenska bostadsstrukturen är av stor betydelse för bredbandsutvecklingen. Till skillnad från övriga länder inom EU är en stor andel av bostäderna i Sverige ägda av kommuner. I övriga EU är det i regel bara ”social housing” som ägs av kommuner. De kommunägda bostadsföretagen har också stora homogena bostadsområden där det enkel går att uppnå en kritisk massa vid bredbandsanslutning. Därför är de kommunägda bostadsföretagen tydliga indikatorer för bredbandutvecklingen.

Privata ägare av flerfamiljshus har mindre antal fastigheter samt ett mer fragmenterat bostadsbestånd.

I **Stockholm** har de kommunägda bostadsföretagen cirka 90000 lägenheter. De var bland de första att installera fiber till alla sina bostäder. Ett pilotprojekt med 5000 lägenheter genomfördes redan i början på 2000-talet. I ett senare skede beslutade Stockholms stad att i samarbete med stadsnätet Stokab bygga ut fiber när för att ansluta alla bostäder. Modellen innebar att även de privata fastigheterna kunde ansluta sig till utbyggnaden. Fibernätet möjliggjorde också installation av bättre monitoreringsystem för värme och vatten

Karlstads Bostads AB arbetar aktivt med utveckling som bygger på kommunikation som kostnadseffektivt möjliggjorts via bredband.

Karlstads Bostads AB använder ett bashyre-koncept som bygger på att det som förbrukas i lägenheterna kan mätas och debiteras på hyresavin efterföljande månad. I

dag tar KBAB betalt för varm och kallvatten i ca 25 % av bolagets lägenheter och bygger vidare för att kunna nå 100 %. Samtliga bolagets över 200 tvättstugor är betaltvättstugor där varje tvätt/tork registreras och debiteras efterföljande månad. Hela satsningen bygger på bredbandskommunikation.

Sammantaget har förändringarna resulterat i bättre ekonomi (högre avkastning oavsett mått) och miljövinster. Bolagets genomsnittliga energiförbrukning i ett 40-årigt fastighetsbestånd (genomsnittsalder) är i dag lägre än Boverkets krav på nyproducerade bostäder.

Bostadsföretag med bredbandsnät kan också införa digitala låssystem som innebär en stor arbetsbesparing till exempel för nyckelhantering. (Fysisk insats samt kontroll och säkerhet).

Det finns andra värden för fastigheter, som går att kalkylera. SABO uppdrog åt Chalmers Energi Centrum, att genomföra ett projekt⁶⁵ med målet att:

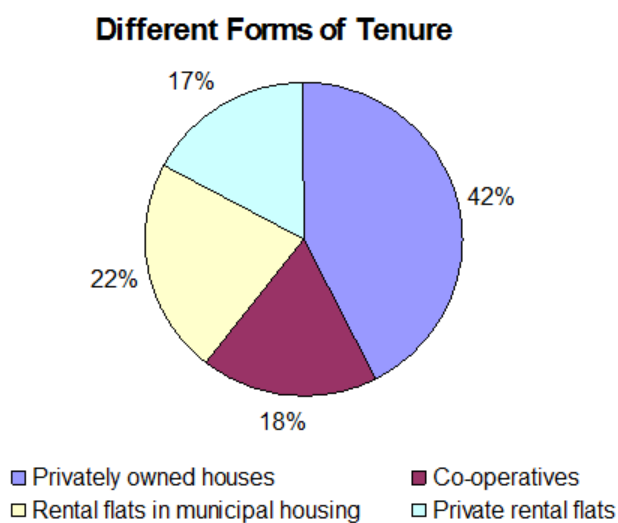
- Minska miljöbelastningen
- Minska energianvändningen – energieffektivisering
- Medvetandegöra hyresgästerna om förbrukningen av el, energi och vatten samt genom detta möjliggöra förändrat förbrukning .

Ett av de medverkande bostadsföretagen, **Örebrobostäder**, anser att deras bredbandsatsning är central i utvecklingen av den tekniska förvaltningen och användningen är redan omfattande, enligt Jonas Tannerstad, teknikansvarig. Ett mål med utvecklingen av den tekniska förvaltningen är att minska hyresgästernas elförbrukning med 25 % till 2015. De uppger att rätt använt kan bredbandsnätet övervaka och kontrollera undercentraler. Bredbandsnätet möjliggör att ha ett överordnat system för geografiskt spridda undercentraler. Örebrobostäder använder också nätet till individuell energimätning av lägenheter.

⁶⁵ Individuell mätning och debitering i flerbostadshus, (www.sabo.se/aktuellt/nyheter_s/2011/jun/Documents/Individuell%20mätning%20och%20debitering%20-%20rekommendation.pdf)

Utöver detta finns naturligtvis fler positiva effekter, som mer nöjda hyresgäster och fastigheterna därmed ökar i värde. Numera kan man ofta läsa i bostadsannonser om fastigheten är ansluten med fiber.

Det finns också potentiella effekter i form av minskade kostnader. Ett exempel är övervakning och mätningar, av exempelvis vattenförbrukning, kan tidigt kan visa på vattenläckage vilket då kan elimineras innan skadan hunnit synas och bli kostsam. Den potentiella besparingen är stor: Kostnaden för vattenskador uppgår till miljardbelopp årligen: Försäkringsbolagens totala kostnad för reparation av vattenskador uppgick år 2000 till 1,8 miljarder kronor. Till detta kommer försäkringstagarnas självrisker. VVS-företagen uppger kostanden för skador i byggnader till cirka 5 miljarder årligen. Den totala kostnaden för reparation av vattenskador i byggnader kostade år 2002 cirka 5 miljarder kronor. Till detta kommer en okänd kostnad för vattenskador hos offentlig sektor.



Figur 18 - Ägarformer i den svenska bostadsmarknad (Källa: Sabo 2011)

C3. Fibereffekter på företag

För företag är bredband numera i regel nödvändigt för att kunna bedriva verksamhet. Det finns flera uttalanden från företag som säger att utan ”riktigt” bredband så kan de

inte fungera, utan måste flytta sin verksamhet.

LM Research genomförde en undersökning i UK där 1000 IT-chefer tillfrågades, 48 % angav att de hade lagt ned affärsutvecklingsprojekt på grund av bristande tillgång till bandbredd. 93 % trodde att en fiberanslutning skulle öppna nya affärsmöjligheter för deras verksamhet⁶⁶.

⁶⁶ Digital Scotland (2010)