

Hvor viktig er IKT for utvikling i næringslivet: produktivetsanalyse

Marina Rybalka

Informasjons- og kommunikasjonsteknologier (IKT) brukes stadig mer både i husholdninger, næringsliv og offentlig sektor. En rivende utvikling av IKT-sektoren fører til endringer i næringsstruktur, organisering av produksjon og innhold i arbeidsfunksjoner. Dette krever tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft. Denne artikkelen presenterer resultater fra en analyse som undersøker hvilken effekt IKT-bruk har på foretakenes produktivitet og hvorvidt denne effekten blir sterkere ved bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft. Resultater tyder på at IKT-bruk bidrar til økt produktivitet i næringslivet. De viser også at effekten er størst for foretakene med relativt mange ansatte med høy utdanning.

Innledning

Utviklingen i IKT-sektoren og den omfattende utbredelsen av IKT-bruk i dagliglivet er en viktig kilde til mer effektive transaksjoner både i samfunnet generelt og innad i det enkelte foretak.¹ Mange har av den grunn hevdet at vi er inne i et viktig tidsskille i den økonomiske utviklingen, og det har vært trukket paralleller til tidligere teknologiske revolusjoner som innføringen av elektrisitet, forbrenningsmotoren og telekommunikasjon. Påstander om en omfattende digital revolusjon underbygges med at IKT er en gjennomgripende teknologi² som øker produktiviteten i en rekke sektorer i økonomien. Automatisering i industrien og innføring av elektroniske tjenester i varehandel, bank- og forsikringssektoren er noen eksempler. IKT muliggjør også mer effektiv og bedre offentlig tjenesteproduksjon. I tillegg påvirker naturlig nok også de næringene som står midt i endringenes sentrum; telekommunikasjon og media.

Internasjonalt er det gjennomført mange studier som søker å kvantifisere betydning av IKT-bruk for økonomisk utvikling både på lands- og virksomhetsnivå. Mye oppmerksomhet har vært rettet mot sammenhengen mellom ulike former for produktivitet (arbeidsproduktivitet og total faktorproduktivitet) og bruken av IKT. Ulik bruk og innfasing av IKT kan være en kilde til ulik produktivetsutvikling mellom land, mellom næringer innenfor et land og mellom foretak innenfor en næring. Denne artikkelen belyser hvilke effekter IKT-bruk har

Marina Rybalka er førstekonsulent ved Gruppe for arbeidsmarked og bedriftsadfærd (ryb@ssb.no).

Prosjektstøtte: Fornyings- og administrasjonsdepartementet.

¹ IKT-sektoren består av IKT-industri, IKT-varehandel, Telekommunikasjon og IKT-konsulentvirksomhet; IKT-bruk er bruk av IKT-varer som omfatter følgende varegrupper: audio- og videoutstyr, datamaskiner og relatert utstyr, elektroniske komponenter, telekommunikasjonsutstyr og andre IKT-produkter (for mer detaljert beskrivelse se Gjerdtjernet mfl., 2007).

² IKT benevnes ofte som en "General Purpose Technology" (Helpman og Trajtenberg, 1994), det vil si en teknologi som har stor utbredelse i ulike sektorer og som drar nytte av kontinuerlige forbedringer.

på arbeidsproduktivitet i norske foretak. Dette finnes det lite informasjon om.

Det er flere utfordringer når man skal beregne effekter av IKT-bruk på økonomisk utvikling. En av dem er databegrensinger. Bare i de siste årene har forskjellige land begynt å hente inn opplysninger om IKT-investeringer og IKT-bruk, slik at det er fortsatt forholdsvis korte tidsserier for å konstruere mål på IKT-kapital. En annen utfordring er konstruksjon av gode indikatorer som reflekterer hvor intensivt IKT brukes i foretaket. Den tredje utfordringen er modellspesifikasjon og tolkning av resultater. En del tidligere studier kom til den konklusjon at IKT har liten substansiell virkning på bedriftenes økonomiske resultater hvis ikke IKT-investeringer ledsages av andre endringer og investeringer, dvs. endring av sammensetningen av arbeidsstokken, organisasjonsmessige endringer og innovasjonsprosesser. Dette innebærer at flere observerbare faktorer bør trekkes inn i empiriske analyser, men også at flere uobserverbare faktorer vil gjøre seg gjeldende og vanskeliggjøre empiriske analyser og tolkning av resultater.

Hva foretakene får ut av IKT-investeringer er sterkt knyttet til den arbeidskraften de har. Foretakene er avhengig av personale som kan bruke utstyret. Det er således en viktig forbindelse mellom IKT-bruk og humankapital. Et av hovedmålene med den utførte analysen er å teste hvorvidt IKT-bruk er komplementær³ med bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft og å gi anslag på samspilleffekter mellom disse.

Denne artikkelen viser først hvordan IKT kan påvirke produktivitet. Deretter spesifiseres en modell for produktivetsanalyse. Videre defineres forskjellige IKT-indikatorer og deskriptiv statistikk basert på data hentet fra utvalgsundersøkelsen "Bruk av IKT i næ-

³ Hvis effekten av innføring av en praksis i et foretak forsterkes med innføring av en annen praksis, sier man at disse praksisene er komplementære. For eksempel hvis IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft er komplementære kan man forvente at effekten av IKT-bruk på produktiviteten er sterkere i de foretakene som har flere høyt kvalifiserte arbeidstakere.

ringslivet”, regnskapsstatistikk og andre registerdata blir presentert. Etterpå testes hvilken effekt forskjellige IKT-indikatorer har på foretakenes arbeidsproduktivitet og om det forekommer positive samspilleffekter mellom IKT-bruk og bruk av ansatte med høy utdanning. Til slutt er det noen konklusjoner.

Hvordan IKT kan påvirke produktivitet

IKT bidrar til produktivetsvekst gjennom en komplisert prosess som involverer investeringer i IKT-kapital, introduksjon av nye tjenester, organisasjonsmessige endringer og reallokering av arbeidskraft fra mindre til mer produktive anvendelser.

Generelt kan utviklingen og bruken av IKT påvirke vekst og produktivitet i foretakene gjennom flere kanaler. For det første fører innovasjoner og utvikling i selve IKT-industrien til lavere kostnader og priser, samt bedre kvalitet på IKT-utstyret. Det gjør det lønnsomt for foretakene å øke investeringene i IKT. Med mer og bedre utstyr kan produksjonen per timeverk (arbeidsproduktivitet) øke hos brukerne av IKT. For det andre gir økt IKT-bruk mulighet for innovasjoner i form av nye produkter og tjenester, nye produksjonsprosesser, raskere kundebehandling, osv. For det tredje kan IKT-bruk bidra til mer effektivt utnyttelse av både kapital og arbeidskraft gjennom endrede forretningsmodeller og organisasjonsmessige tilpasninger, noe som kan gi vekst i total faktorproduktivitet (TFP). Til slutt kan økt IKT-bruk føre til positive eksterne effekter (såkalte spillover effekter) ved at hver enkelt IKT-bruker bidrar til et felles IKT-nettverk. Dette effektiviserer kontakten og samarbeidet med andre foretak.

Disse effektene oppstår ikke samtidig. På kort sikt, vil reduksjoner i priser på telekommunikasjonsutstyr, software og hardware gjennom innovasjoner i IKT-industrien bidra til økte IKT-investeringer i de sektorene som anvender IKT. Dette bidrar til produktivetsøkning både i IKT-industrien og i de sektorene som anvender IKT ved at forholdet mellom kapital og arbeidskraft øker. For eksempel vil overgang til raskere Internet tilkobling (raskt bredbånd⁴) bidra til å øke produktiviteten til arbeiderne. På *lengre* sikt, vil virksomhetenes investeringer i IKT kunne bidra til økt effektivitet ved at disse virksomhetene effektiviserer produksjonen av eksisterende tjenester eller utvikler nye tjenester. Dette fordrer ofte nye forretningsmodeller og organisasjonsmessige tilpasninger.

Det har blitt gjennomført flere empiriske studier på virksomhetsnivå for å avdekke mulige sammenhenger mellom på den ene side TFP eller arbeidsproduktivitet og på den annen side IKT-intensitet. Mange av studiene på 1970- og 1980-tallet var beheftet med svakheter pga. manglende data og dårlig datakvalitet. Dessuten tok ikke disse alltid høyde for at det tar tid før effektene av IKT-implementering viser seg. Nyere studier basert

Mål på produktivitet

Det finnes flere mål på produktivitet. Et mye brukt mål er såkalt total faktorproduktivitet (TFP). TFP måler bidraget til produksjonsveksten som ikke skyldes økt bruk av (målbare) ressurser, ofte omtalt som ren produktivetsvekst. Den innebærer derfor at en får noe i "bonus" og er en av de fundamentale drivkreftene bak økt økonomisk velstand. Viktige faktorer bak ren produktivetsvekst er økt kunnskap, forskningsresultater og innovasjoner som ikke forringes selv om flere får glede av dem. TFP-veksten påvirkes også av endret kapasitetsutnyttning, stordriftsfordeler, bidrag fra spesifiserte innsatsfaktorer osv. Produktivetsveksten kan således sies å være et uttrykk for evnen til å produsere varer og tjenester mer effektivt enn før.

Arbeidsproduktivitet er et mer hyppig brukt produktivetsmål, blant annet fordi det er enkelt å beregne som forholdet mellom produksjon og arbeidsinnsats. Økt arbeidsproduktivitet kan dekomponeres i bidrag fra økt bruk av andre innsatsfaktorer, for eksempel tilførsel av mer kapital eller andre ressurser per arbeidstime og total faktorproduktivitet (TFP). I beregningene av produktivitet i denne artikkelen, som baserer seg på regnskapstall for ikke-finansielle aksjeselskap, brukes bearbejningsverdi i faste priser som produksjonsmål, mens ressursinnsatsen omfatter arbeidskraft målt i timeverk og kapitaltjenester i faste priser.¹

¹ År 2000 brukes som basisår for fastprisberegningene.

på virksomhetsdata tyder på at IKT-investeringer bidrar til økning av produktivitet (se for eksempel Bartelsman mfl., 1996, McGuckin mfl., 1998, Greenan og Mairesse, 2000, Gretton mfl., 2004). Flere studier viser imidlertid også at IKT alene har liten effekt. Produktiviteten på virksomhetsnivå øker dersom en rekke komplementære investeringer gjøres i tilknytning til IKT-investeringene (se Bresnahan mfl., 2002 og Caroli og Van Reenen, 2001). Dette involverer især organisatoriske investeringer rettet mot prosessinnovasjoner (for eksempel utvikling av nye arbeidsprosesser). Dessuten tyder disse studiene på at vellykket implementering av IKT i produksjonsprosessen forutsetter tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft. OECD (2003) påpeker at vellykket anvendelse av IKT er avhengig av virksomhetens organisatoriske og konkurransemessige kapasitet, dvs. evnen til å tilpasse seg endret etterspørsel, til å innovere og til å skaffe høyt kvalifisert arbeidskraft. Den indikerer også at for hver krone virksomheter investerer i IKT-løsninger, kreves gjerne ytterligere investeringer i størrelsesorden 8-9 kroner i organisasjonsutvikling og omlegging av arbeidsrutiner. Nye strategier, nye forretningsprosesser og nye organisasjonsformer er alle viktige faktorer for å realisere maksimal gevinst av IKT.

Modellspesifikasjon

For å undersøke effekten av IKT på foretakenes produktivitet skal en standard metode i den økonomiske litteraturen brukes hvor produktfunksjonen er en Cobb-Douglas funksjon av arbeidskraft, realkapital og det teknologiske nivået. Videre legges det til grunn at det

⁴ Med raskt bredbånd menes her en signaloverføring med hastigheter på 2 Mbit/s eller mer.

Modellspesifikasjon

La Y stå for bedriftens produksjon målt ved bearbeidingsverdi i faste priser, L for arbeidskraft målt i antall timeverk og K for kapitaltjenester i faste priser (dvs. tjenester ytt av maskiner og bygninger). Sammenhengen mellom produksjon og faktorinnsats kan uttrykkes ved en Cobb-Douglas produktfunksjon med skalaelastisitet lik en:

$$Y = AL^{1-\lambda} K^\lambda, \quad 0 < \lambda < 1,$$

der A er total faktorproduktivitet, som avhenger av bl.a. IKT-nivå i foretaket, IKT , og sammensetningen av arbeidskraft, h , på følgende måte:

$$A = e^{(\beta_0 + \beta_1 IKT + \beta_2 h + \gamma X + \zeta)},$$

der X er en vektor av ulike typer kontrollvariabler, dvs. dummyer for foretakets størrelse og alder, næring, fylke og tidsdummyer, β og γ er tilhørende regresjonskoeffisienter og ζ er et uobservert restledd.¹ Arbeidsproduktiviteten kan da uttrykkes som:

$$\frac{Y}{L} = e^{(\beta_0 + \beta_1 IKT + \beta_2 h + \gamma X + \zeta)} \left(\frac{K}{L} \right)^\lambda$$

¹ Samme tilnæringsmetode brukes i McGuckin mfl. (1998), Motohasi (2001), Atrostic og Nguyen (2002) og Statistics Sweden (2005) når det gjelder inkludering av IKT i produktfunksjon.

Hvis vi tar logaritmer får vi en regresjonsmodell som knytter (log) arbeidsproduktivitet, $y = \ln(Y/L)$, til nivå av IKT-bruk i foretaket, IKT ; etter kontrollering for (log) kapitalintensitet, $k = \ln(K/L)$, sammensetning av arbeidskraft, h , og andre foretaks karakteristika, X :

$$(1) \quad y = \beta_0 + \beta_1 IKT + \beta_2 h + \lambda k + \gamma X + \zeta.$$

For å teste hvorvidt IKT-bruk er komplementær med bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft, kan modell (1) utvides på følgende måte:

$$(2) \quad y = \beta_0 + \beta_1 IKT + \beta_2 h + \beta_3 IKT \times h + \lambda k + \gamma X + \zeta,$$

hvor $IKT \times h$ er et interaksjonsledd som ivaretar muligheten for at avkastningen av IKT-bruk avhenger av tilgjengelighet av høyt utdannede ansatte i foretaket.

teknologiske nivået i foretaket avhenger av foretakets IKT-bruk og sammensetningen av arbeidsstokken i foretaket. Det finnes flere metoder for hvordan man i praksis kan måle IKT-bruken i foretakene. En av de er å lage et mål på IKT-kapital, som er veldig datakrevende. En annen metode som brukes i denne artikkelen er å lage en indikator på IKT-bruk (definisjon av forskjellige indikatorer på nivå av IKT-bruk i foretaket beskrives i neste seksjon). Sammensetningen av arbeidskraft i foretaket beskrives ofte ved utdanningsnivået til ansatte. Den enkelte ansattes utdanning er observerbar og tjener som en god indikator på personens (for forskeren) uobserverte kvalifikasjoner og evner. I denne analysen beregnes det hvor stor andel av timeverkene som er utført av ansatte med høy utdanning, dvs. utdanning som tilsvarende minst 13 år. Den formelle modellbeskrivelsen står i en tilhørende informasjonsboks.

Det er ønskelig å teste følgende hypoteser: "Mer intensivt bruk av IKT fører til høyere produktivetsnivå i foretaket" og "Effekten av IKT-bruk på foretakets produktivitet er høyere i foretakene som har tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft". For å teste første hypotese estimeres en regresjonsmodell der bearbeidingsverdi per timeverk (log-transformert) er avhengig variabel, mens høyresidevariablene består av:

- (i) kapitalintensitet (kapitaltjenester i faste priser per timeverk i forrige periode, log-transformert), k ;
- (ii) indikator på IKT-bruk, IKT ;
- (iii) andel timeverk utført av ansatte med høy utdanning (13 års utdanning eller mer), h ;

- (iv) ulike foretaks karakteristika (som størrelse, alder, næring og fylke) og tidsdummyer.⁵

Hvis effekten av indikatoren på IKT-bruk er positiv, kan man si at mer intensivt bruk av IKT fører til høyere produktivetsnivå i foretaket.

For å teste den andre hypotesen utvides den regresjonsmodellen med å inkludere et interaksjonsledd mellom (ii) og (iii) som ivaretar muligheten for at avkastningen av IKT-bruk avhenger av tilgjengelighet av høyt utdannede ansatte i foretaket. Hvis effekten av interaksjonsleddet er positiv, kan man si at IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft er komplementære.

For å estimere disse modellene brukes mikrodata fra SSBs IKT-undersøkelse, som omfatter et utvalg av foretak i Norge (se en beskrivelse i en tilhørende informasjonsboks). Dette materialet er koblet med informasjon fra ulike typer registerdata i SSB, det vil si regnskapsstatistikk, som inneholder informasjon om foretakenes inntekter og utgifter, Arbeidstaker- og Arbeidsgiverregister, som innholder informasjon om bruk av arbeidskraft, og utdanningsstatistikk over befolkningens utdanning.⁶

Indikatorer på IKT-bruk

I den internasjonale litteraturen brukes det forskjellige IKT-indikatorer som er basert på opplysninger fra IKT-undersøkelsen. De kan deles i to hovedgrupper:

⁵ For mer detaljert beskrivelse av ulike foretaks karakteristika se vedlegg.

⁶ Merk at siden banker og forsikringsselskap ikke er med i regnskapsstatistikken, er de ikke med i denne analysen.

Bruk av IKT i næringslivet

IKT-undersøkelsen "Bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi i næringslivet" er en utvalgsundersøkelse som gjennomføres av SSB fra og med 1999. Den samler detaljert informasjon om hvilke typer og i hvilken grad IKT brukes i foretaket (for eksempel, bruk av PC og Internett, elektroniske offentlige tjenester og e-handel, sikkerhet og IT-kompetanse). Innholdet utvikler seg over tid pga. at flere nye teknologier har kommet i bruk i de senere årene. Undersøkelsen dekker primært foretak med 10 eller flere sysselsatte, men inkluderer også et tilleggsvalg for foretak med under 5–10 sysselsatte. Populasjonen for undersøkelsen omfatter alle næringsområder utenom primærnæringene, bergverksdrift, offentlig administrasjon, kloakk og renovasjon, interesseorganisasjoner, lønnet arbeid i private husholdninger og internasjonale organer og organisasjoner. Utvalget inneholder rundt 5000 foretak og svarprosenten i den frivillige undersøkelsen var i 2006 om lag 65 prosent (fra og med 2007 ble undersøkelsen obligatorisk). Per i dag gjennomføres liknende undersøkelser i de fleste europeiske land.

Se spørsmålsskjema på <http://www.ssb.no/skjema/0419-1-3/Booklet-0419-1b.pdf>

enkle og sammensatte indikatorer. I første gruppe inngår indikatorer som viser i hvilken grad hver enkelt teknologi brukes i foretaket (bruk av PCer, Internett, e-handel, osv.). Sammensatte indikatorer tar hensyn til samtidig bruk av flere typer teknologier (for eksempel bruk av e-handel sammen med forskjellige IT-systemer for å håndtere bestillinger eller kjøp).

I denne artikkelen skal følgende enkle indikatorer utprøves:

1. Bruk av PC (andel av ansatte som bruker regelmessig PC, tilgjengelig fra og med 1999), *PCpct*.
2. Bruk av bredbånd (andel av ansatte som bruker regelmessig PC med raskt bredbånd forbindelse til Internet, tilgjengelig fra og med 2003), *rasktBB*.

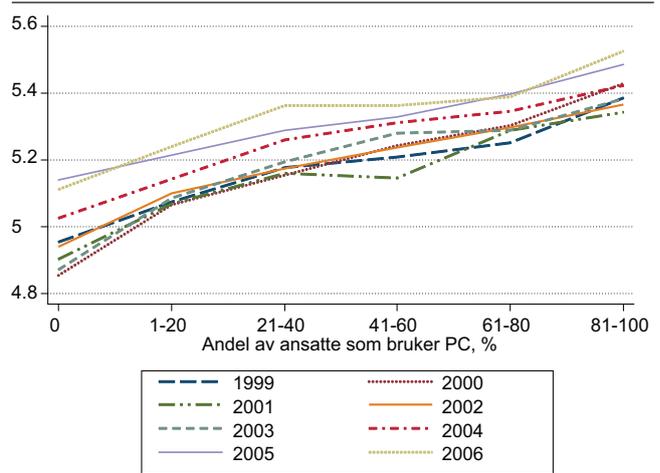
Figur 1 og figur 2 viser hvordan arbeidsproduktivitet (målt ved logaritmen til bearbeidingsverdi i faste kroner per timeverk) varierer avhengig av hvor intensivt PC og raskt bredbånd brukes i foretakene. Vi ser at de foretakene som bruker disse teknologiene i større grad også har høyere produktivitet.

Når det gjelder sammensatte indikatorer, kan en ha alle mulige kombinasjoner av tilgjengelige teknologier. En av indikatorene som skal brukes i denne artikkelen er analog til den som er presentert i Gjerdtnet mfl. (2007). Den er en ordinal kategorisk variabel, som kan anta 3 ulike verdier (nivåer), etter hvor intensivt foretakets IKT-bruk er:

Nivå 1 Basis IKT-bruk: Foretakene tilfredsstillter ikke kravene på nivå 2 og 3.

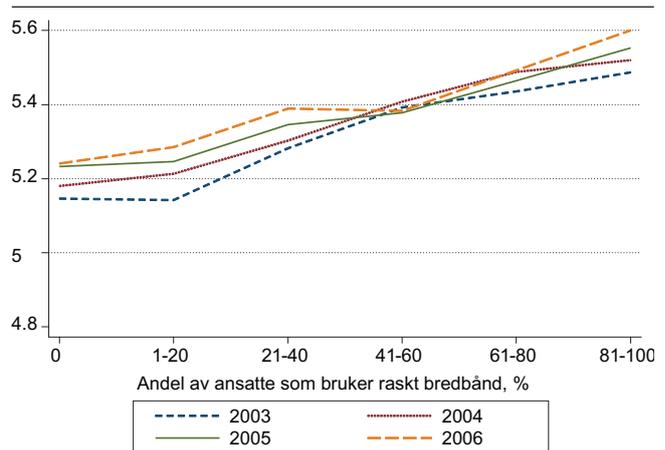
Nivå 2 Utbredt IKT-bruk: Foretakene skal minimum ha PC eller andre datamaskiner/ arbeidsstasjoner, tilgang til Internett og egen hjemmeside. Videre skal Internett-tilgangen benyttes til minst ett av følgende tre formål:

Figur 1. PC-bruk og arbeidsproduktivitet i 1999–2006. Bearbeidingsverdi i faste kroner* per timeverk (log-transformert)



* 2000-priser

Figur 2. Raskt bredbånd-bruk og arbeidsproduktivitet i 2003–2006. Bearbeidingsverdi i faste kroner* per timeverk (log-transformert)



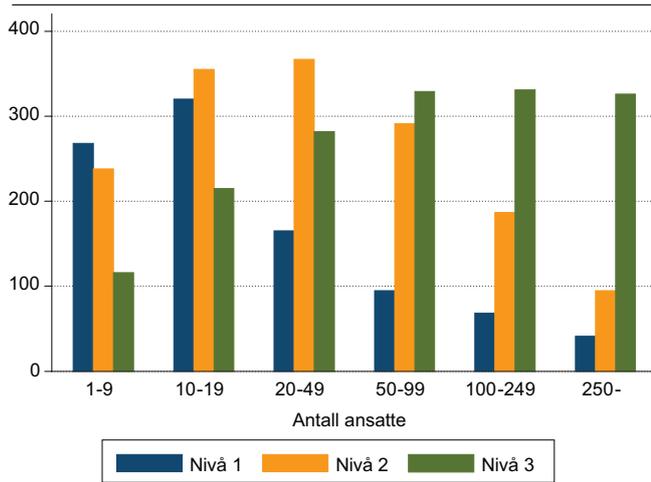
* 2000-priser

- nettbank eller andre finansielle transaksjoner
- kommunikasjon med offentlige myndigheter
- kjøp av varer og tjenester over Internett

Nivå 3 Utstrakt IKT-bruk: I tillegg til anvendelsene på nivå 2, har foretakene minst en av følgende Internett-anvendelser:

- Mottatt bestillinger eller gjort innkjøp via andre elektroniske nettverk enn Internett
- Ekstranett (hjemmesider som bare er gjort tilgjengelig for en avgrenset gruppe utenfor foretaket)
- IT-systemet for å håndtere bestillinger eller kjøp må være automatisk forbundet med minst tre av følgende IT-systemer:
 - Interne systemer til bestilling av varer
 - Faktura- og utbetalingssystemer
 - Systemer til styring av produksjon, logistikk eller tjenesteytelse
 - Kunders IT-systemer
 - Leverandørers IT-systemer.

Figur 3. IKT-bruk i 2006 etter antall ansatte. Antall foretak



* 2000-priser

Denne IKT-indikatoren er konstruert for årene 2003–2006 og er representert ved dummy-variablene *Nivå2* og *Nivå3* i regresjonsmodellene (*Nivå1* blir en referansegruppe). Figur 3 viser foretakenes fordeling etter størrelse og intensitet av IKT-bruk i 2006.⁷ Vi ser at blant de små foretakene er det mange som hadde basis bruk av IKT i 2006 (43 % blant foretak med 1-9 ansatte og 36 % blant foretak med 10-19 ansatte), mens bare hhv. 19 % og 24 % av foretak i disse størrelsesgruppene hadde utstrakt bruk av IKT. For de store foretakene er det et motsatt bilde: omtrent 56 % av foretakene med 100-249 ansatte og 71 % av foretakene med flere enn 250 ansatte hadde utstrakt bruk av IKT i 2006, mens bare hhv. 11 % og 8 % i disse størrelsesgruppene hadde basis bruk av IKT.

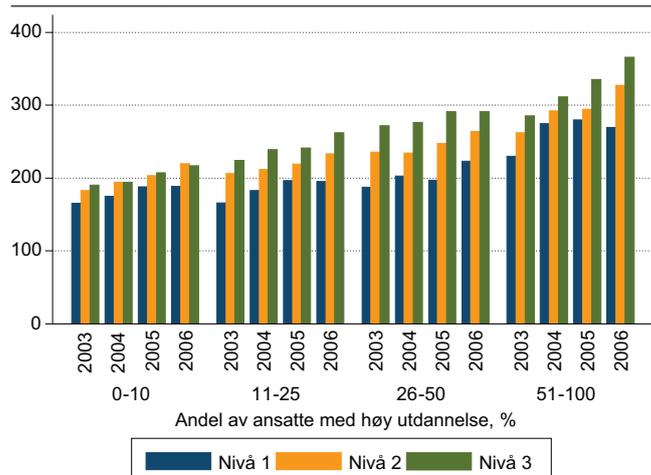
Figur 4 viser utvikling av arbeidsproduktivitet (målt ved bearbeidingsverdi i faste kroner per timeverk) i 2003-2006 etter intensitet av IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft i foretak. Vi ser at produktiviteten er høyere jo større andelen av ansatte med høy utdanning er. Den øker også over tid innen hver gruppe. Hvis en ser på forskjellen i arbeidsproduktiviteten mellom forskjellige IKT-brukere, ser vi at den er relativt liten innen gruppen av foretak med lav andel av ansatte med høy utdanning (0-10 %) og større innen andre grupper. Det kan tyde på at effekten av IKT-bruk kan være avhengig av tilgjengelighet av høyt kvalifisert arbeidskraft i foretaket.

En annen sammensatt indikator på IKT-bruk som skal utprøves i denne artikkelen er analog til en som er beskrevet i Statistics Sweden (2005). Der er forskjellige typer IKT fordelt på 5 grupper:

- Gruppe 1: forskjellige nettverkstyper og egen hjemmeside (6 kategorier)
- Gruppe 2: til hvilke formål bruker foretaket Internett (9 kategorier inklusive kommunikasjon med offentlige myndigheter)

⁷For vurdering av foretakets størrelse brukes antall ansatte fra regnskapsstatistikk.

Figur 4. Arbeidsproduktivitet i 2003–2006 etter intensitet av IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft. Bearbeidingsverdi i faste kroner* per timeverk



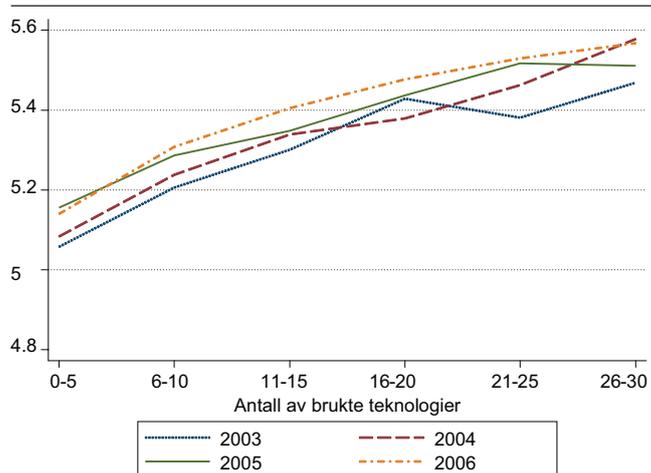
* 2000-priser

- Gruppe 3: bruk av e-handel og IT-systemer for håndtering av bestillinger eller kjøp (9 kategorier)
- Gruppe 4: intensitet av e-kjøp (3 kategorier)
- Gruppe 5: intensitet av e-salg (3 kategorier)

Videre beregnes indikatoren for IKT-bruk ved enkel summering av antall kategorier over disse gruppene. Den antar verdier fra 0 til 30 og representerer hvor bred IKT-bruken i foretaket er. Fordelen med en slik indikator er at den omfatter flere typer teknologier enn den forrige nivå-indikatoren. Hovedulempen er at den ikke tar hensyn til forskjell i kombinasjoner av teknologier og i intensitet av bruken (alle teknologier betraktes som like viktige og får lik vekt).

Denne indikatoren er også konstruert for årene 2003–2006 og er representert ved variabelen IKT_5 i regresjonsmodellene. Figur 5 viser hvordan arbeidsproduktivitet (målt ved logaritmen til bearbeidingsverdi i faste kroner per timeverk) varierer avhengig av hvor mange teknologier foretaket har tatt i bruk. Vi kan se

Figur 5. Arbeidsproduktivitet i 2003–2006 etter antall brukte teknologier. Bearbeidingsverdi i faste kroner* per timeverk (log-transformert)



* 2000-priser

Tabell 1. Deskriptiv statistikk for IKT-indikatorer

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Andel foretak som bruker PC, %	95,8	97,2	96,8	96,4	96,7	97,3	97,5	97,6
Andel ansatte som bruker PC*, %	50,8	53,1	54,8	54,3	55,3	57,7	58,1	58,9
Andel foretak som bruker raskt bredbånd, %					42,8	55,9	67,7	71,3
Andel ansatte som bruker raskt bredbånd*, %					26,5	34,1	40,5	43,2
Andel foretak med basis IKT-bruk, %					21,9	25,1	21,7	22,5
Andel foretak med utbredt IKT-bruk, %					50,3	38,4	41,0	37,9
Andel foretak med utstrakt IKT-bruk, %					27,7	36,4	37,8	39,6
Antall teknologier tatt i bruk*					11,2	13,2	13,9	14,1
Antall observasjoner	2303	2321	2720	2903	2858	2878	2516	3887

* Gjennomsnitt over alle foretak i utvalget.

at de foretakene som bruker flere teknologier også har høyere produktivitet.

Tabell 1 viser deskriptiv statistikk over de definerte IKT-indikatorerne for foretakene i utvalget som skal brukes for estimeringer. Man kan se at nesten alle foretak bruker PC og at gjennomsnittlig over halvparten av de ansatte bruker PC regelmessig. Bruk av raskt bredbånd har økt kraftig i de siste årene. Bare 43 % av foretakene brukte denne teknologien i 2003, mens omtrent 71 % av foretakene brukte den i 2006. Andelen av ansatte som har tilgang til raskt bredbånd økte også over perioden 2003-2006. Andelen av foretak med basis IKT-bruk ligger stabilt rundt 23 %, mens flere foretak gikk fra utbredt til utstrakt bruk av IKT. Andel av foretak med utstrakt bruk av IKT økte fra 28 % i 2003 til 40 % i 2006. Foretakene tar også i bruk flere teknologier: I gjennomsnitt økte antall teknologier tatt i bruk fra omtrent 11 i 2003 til 14 i 2006.

Virkninger av IKT på produktivitet

Tabellene 2 og 3 viser resultatene fra estimering av hhv. de log-lineære modellene (1) og (2) med forskjellige IKT-indikatorer. Estimeringen er gjort for årene 1999-2006 når indikatoren *PCpct* brukes, og for årene 2003-2006 når de tre andre indikatorene brukes.

Resultater fra tabell 2 viser at det er en positiv sammenheng mellom bearbeidingsverdi per timeverk, kaptaltjenester og andel av høyt kvalifiserte ansatte (de

estimerte koeffisientene på disse variablene er positive og høyt signifikante). De støtter også at IKT-bruk har en positiv virkning på arbeidsproduktivitet, dvs. alle koeffisienter knyttet til IKT-indikatorer er positive og høyt signifikante. Den beregnede effekten for PC-bruk, *PCpct*, i kolonne (i) av tabell 2 sier at hvis 1 % flere ansatte i foretak bruker PC, alt annet likt, vil produktiviteten øke med 0,21 % (hvis 10 % flere ansatte i foretak bruker PC, vil produktiviteten øke med 2,1 %, osv.). Tilsvarende sier den beregnede effekten for bruk av raskt bredbånd, *rasktBB*, i kolonne (ii) av tabell 2 at hvis 1 % flere ansatte i foretak bruker raskt bredbånd, alt annet likt, vil produktiviteten øke med 0,19 %.

La oss nå se på de sammensatte indikatorene. De beregnede effektene som er basert på estimatene fra kolonne (iii) av tabell 2 viser at gjennomsnittlig verdiskaping per timeverk er 9,3 % høyere i foretak med utbredt bruk av IKT (*Nivå 2*) enn i foretak med basis bruk (*Nivå 1*), mens de med utstrakt bruk av IKT (*Nivå 3*) har 14,7 % høyere arbeidsproduktivitet enn de med basis bruk (*Nivå 1*). Til slutt sier den beregnede effekten for antall brukte teknologier, *IKT₅*, i kolonne (iv) av tabell 2 at gjennomsnittlig verdiskaping per timeverk er 0,8 % høyere i foretak som bruker for eksempel 10 teknologier enn i foretak som bruker 9 teknologier, alt annet likt. Her bør man legge merke til at denne effekten kan ikke tolkes som en avkastning på en spesiell type teknologi (forskjellige teknologier kan gi forskjellige avkastninger). Den viser bare at bruk av flere teknologier bidrar

Tabell 2. Effekter av IKT-bruk på foretakenes produktivitet

Forklaringsvariabel	(i)		(ii)		(iii)		(iv)	
	Estimat	Effekt, %						
Kapitalintensitet, <i>k</i>	0,0704*	7,04	0,0651*	6,51	0,0665*	6,65	0,0650*	6,50
Andel timeverk av ansatte med høy utdannelse, <i>h</i>	0,0054*	0,54	0,0057*	0,58	0,0064*	0,64	0,0066*	0,66
Andel ansatte som bruker PC, <i>PCpct</i>	0,0021*	0,21						
Andel ansatte som bruker raskt bredbånd, <i>rasktBB</i>			0,0019*	0,19				
Utbredt IKT-bruk, <i>Nivå2</i>					0,0887*	9,27		
Utstrakt IKT-bruk, <i>Nivå3</i>					0,1375*	14,74		
Antall brukte teknologier, <i>IKT₅</i>							0,0084*	0,84
Konstantledd	4,7126*		4,7666*		4,7214*		4,7363*	
Antall observasjoner	22386		12139		15042		11628	
R ²	0,2756		0,2843		0,2679		0,2623	

Merknader: Avhengig variabel er logaritmen av bearbeidingsverdi i faste kroner per timeverk. Foretakets størrelse, alder, næring, fylke og tidsdummyer er inkludert i analysen, men ikke rapportert her. * - signifikant på 1 % nivå. Beregnede effekter viser en relativ prosentvis endring i gjennomsnittlig arbeidsproduktivitet (den relative endringen i gjennomsnittlig arbeidsproduktivitet beregnes som $\lambda \cdot 100\%$ for kapitalintensitet, *k*, og som $(e^{\beta}-1) \cdot 100\%$ for andre variable, hvor λ og β er tilhørende koeffisientestimer).

Tabell 3. Samspill mellom IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft

Forklaringsvariabel	(i)		(ii)		(iii)		(iv)	
	Estimat	Effekt, %	Estimat	Effekt, %	Estimat	Effekt, %	Estimat	Effekt, %
Kapitalintensitet, k	0,0708*	7,08	0,0650*	6,50	0,0664*	6,64	0,0650*	6,50
Andel timeverk av ansatte med høy utdanning, h	0,0020*	0,20	0,0059*	0,59	0,0046*	0,46	0,0045*	0,46
Andel ansatte som bruker PC, $PCpct$	0,0016*	0,16						
$PCpct \times h$	0,00004*	0,004						
Andel ansatte som bruker raskt bredbånd, $rasktBB$			0,0020*	0,20				
$rasktBB \times h$			0	0				
Utbredt IKT-bruk, $Nivå2$					0,0708*	7,33		
Utstrakt IKT-bruk, $Nivå3$					0,0967*	10,15		
$Nivå2 \times h$					0,0017*	0,17		
$Nivå3 \times h$					0,0026*	0,27		
Antall brukte teknologier, IKT_5							0,0056*	0,56
$IKT_5 \times h$							0,0001*	0,01
Konstantledd	4,7551*		4,7640*		4,7453*		4,7739*	
Antall observasjoner	22386		12139		15042		11628	
R^2	0,2779		0,2843		0,2671		0,2637	

Merknader: Avhengig variabel er logaritmen av bearbeidingsverdi i faste kroner per timeverk. Foretakets størrelse, alder, næring, fylke og tidsdummyer er inkludert i analysen, men ikke rapportert her. * - signifikant på 1 % nivå. Beregnede effekter viser en relativ prosentvis endring i gjennomsnittelig arbeidsproduktivitet (den relative endringen i gjennomsnittelig arbeidsproduktivitet beregnes som $\lambda \times 100\%$ for kapitalintensitet, k , og som $(e^{\beta}-1) \times 100\%$ for andre variable, hvor λ og β er tilhørende koeffisientestimer).

til økende arbeidsproduktivitet. Generelt kan vi konkludere med at foretakene som bruker alle 30 teknologier i gjennomsnitt har 24 % høyere arbeidsproduktivitet, alt annet likt, enn foretakene uten IKT-bruk.

Resultatene i tabell 2 tar utgangspunkt i at bruk av IKT og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft virker uavhengig av hverandre. Tabell 3 rapporterer estimater fra modell som tillater effekten av IKT å avhenge av tilgang på høyt utdannet arbeidskraft ved å inkludere interaksjonsledd mellom en indikator på IKT-bruk og andel ansatte med høy utdanning. Resultatene viser at det er fortsett en positiv sammenheng mellom bearbeidingsverdi per timeverk, kapitaltjenester, andel av høyt kvalifiserte ansatte og bruk av IKT (de estimerte koeffisientene på disse variablene forblir positive og høyt signifikante), men nå må en ta hensyn til interaksjonsleddet for å finne den totale effekten av IKT-bruk på arbeidsproduktivitet.

Estimatet på interaksjonsledd er positiv og signifikant for alle IKT-indikatorer unntatt bruk av raskt bredbånd. Mens estimatene på koeffisientene for bruk av raskt bredbånd, $rasktBB$, og høyt utdannet arbeidskraft, h , er positive og signifikante hver for seg, se kolonne (ii) av tabell 3, er den estimerte koeffisienten for interaksjonsledd mellom disse lik null. Dette betyr at begge faktorene er viktige for arbeidsproduktivitet, men man kan ikke påstå at de er komplementære når det gjelder bruk av raskt bredbånd.

La oss nå se på samspilleffekter for de andre indikatorene. Fra kolonne (i) av tabell 3 kan man beregne at for eksempel i foretak uten høyt kvalifisert arbeidskraft ($h=0$) fører 10 % flere ansatte som bruker PC til økning i arbeidsproduktivitet med 1,6 %, mens en samtidig økning i andel ansatte med høy utdanning til 10 %

forbedrer denne effekten med 0,4 % ($10 \times 10 \times$ effekten for $PCpct \times h$). En samtidig økning i andel ansatte med høy utdanning til 20 % forbedrer denne effekten med 0,8 % ($10 \times 20 \times$ effekten for $PCpct \times h$), til 30 % med 1,2 % ($10 \times 30 \times$ effekten for $PCpct \times h$) osv. Fra kolonne (iii) av tabell 3 kan man legge merke til at estimatet på interaksjonsledd for $Nivå3$ er høyere enn for $Nivå2$, noe som tyder på at ansattes kvalifikasjoner er viktigere for utstrakt bruk av IKT. For eksempel i foretak uten høyt kvalifisert arbeidskraft ($h=0$) og med basis IKT-bruk ($Nivå1$) vil en økning i andel ansatte med høy utdanning til 10 % føre til en økning i arbeidsproduktivitet med 4,6 % ($10 \times$ effekten for h). I foretak uten høyt kvalifisert arbeidskraft ($h=0$) og med utbredt IKT-bruk ($Nivå2$) vil samme økningen i andel ansatte med høy utdanning føre til en økning i arbeidsproduktivitet med 6,3 % ($10 \times$ effekten for h pluss $10 \times$ effekten for $Nivå2 \times h$) og for de foretakene med utstrakt IKT-bruk ($Nivå3$) vil denne økningen bli 7,3 % ($10 \times$ effekten for h pluss $10 \times$ effekten for $Nivå3 \times h$). Betydningen av høyt kvalifisert arbeidskraft for IKT-bruk bekreftes også av resultatene fra kolonne (iv) av tabell 3. De sier at hvis for eksempel foretak uten høyt kvalifisert arbeidskraft ($h=0$) tar i bruk 10 teknologier til, øker arbeidsproduktivitet med 5,6 % ($10 \times$ effekten for IKT_5), mens en samtidig økning i andel ansatte med høy utdanning til 10 % forbedrer denne effekten med 1 prosentpoeng ($10 \times 10 \times$ effekten for $IKT_5 \times h$) til 6,6 %. Dette betyr at tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft er viktig for effekten av IKT-bruk.

Konklusjoner

Denne artikkelen presenterer resultater fra en analyse som undersøker hvilken effekt IKT-bruk har på foretakenes arbeidsproduktivitet og hvorvidt denne effekten er komplementær med bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft. Fire indikatorer på IKT-bruk har blitt definert (to

enkle og to sammensatte), og to modeller har blitt estimert (uten og med interaksjonsledd mellom IKT-bruk og bruk av høyt kvalifisert arbeidskraft).

Resultatene tyder på at IKT-bruk bidrar til økt produktivitet i næringslivet. Alle definerte IKT-indikatorer viser positiv og signifikant effekt av IKT-bruk på foretakenes arbeidsproduktivitet. Resultatene (med unntak for bruk av raskt bredbånd) viser også at det forekommer positive samspilleffekter mellom IKT-bruk og bruk av ansatte med høy utdanning. Dette tyder på at tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft er viktig for vellykket bruk av IKT.

Referanser

Atrostic B.K. og S.V. Nguyen (2002): Computer Networks and U.S. Manufacturing Plant Productivity: New Evidence from the CNUS Data. Center for Economic Studies U.S. Census Bureau, Washington DC.

Bartelsman, E.J., van Leeuwen, G. og H.R. Nieuwenhuijsen (1996): Advanced Manufacturing Technology and Firm Performance in the Netherlands. *Netherlands Official Statistics*, 11, 40-51.

Breshnahan, T.F., Brynjolfsson, E. og L.M. Hitt (2002): Information Technology, Workplace organization and the Demand for Skilled Labour: Firm-Level Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 117, 339-376.

Caroli, E. og J. van Reenen (2001): Skill-Biased Organizational Change? Evidence from a Panel of British and French Establishments. *Quarterly Journal of Economics*, 116, 1449-1492.

Gjedtjernet, P.E., Kalvøy, A., Kordahl, O.-P., Lorentzen, K. og G. Pilskog (2007): *Nøkkeltall om Informasjons-samfunnet 2006*. Statistiske analyser 89. Oslo-Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.

Greenan, N. og J. Mairesse (2000): Computers and Productivity in France: Some Evidence. *Economics of Innovation and New Technology*, 9, 275-315.

Gretton, P., Gali, J. og D. Parham (2004): The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth. Kapittel 6 i: *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*. Paris: OECD, s. 105-130.

Helpman, E. og M. Trajtenberg (1994): A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies, CEPR Discussion Papers 1080, C.E.P.R.

McGuckin, R.H., Stretwieser, M.L. og M. Doms (1998): The Effect of Technology Use on Productivity Growth. *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 1-26.

Motohashi K. (2001): Economic Analysis of Information Network Use: Organisational and Productivity Impacts on Japanese Firms. Research and Statistics Department, METI, mimeo.

OECD (2003): ICT and Economic Growth – Evidence from OECD Countries, Industries and Firms, Paris.

Statistics Sweden (2005): *Yearbook on Productivity*, Stockholm, Statistics Sweden.

Vedlegg

Alle foretak var gruppert etter følgende karakteristika:

- Størrelse (etter antall ansatte i regnskapsstatistikk):
 - 1-9 ansatte (i referansegruppe)
 - 10-19 ansatte
 - 20-49 ansatte
 - 50-99 ansatte
 - 100-249 ansatte
 - 250 og flere ansatte
- Alder (etter stiftelsesdato i regnskapsstatistikk):
 - mindre enn 3 år
 - 3-5 år
 - 6-9 år
 - 10-14 år
 - 15 og flere år (i referansegruppe)
- Næring (etter foretakets hovednæring i IKT-undersøkelse, basert på standard for næringsgruppering SN2002):
 - Produksjon av nærings- og nytelsesmidler (NACE 15-16)
 - Produksjon av tekstil- og bekledningsvarer, lær og lærvarer (NACE 17-19)
 - Produksjon av trevarer (NACE 20)
 - Treforedling, grafisk produksjon og forlagsvirksomhet (NACE 21-22)
 - Produksjon av kull- og petroleums-, kjemiske, gummi- og plastprodukter (NACE 23-25)
 - Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter (NACE 26)
 - Produksjon av metaller og metallvarer (NACE 27-28)
 - Produksjon av maskiner og utstyr (NACE 29)
 - Produksjon av elektriske og optiske produkter (NACE 30-33)
 - Produksjon av transportmidler (NACE 34-35)
 - Annen industriproduksjon (NACE 36-37)
 - Bygg og anlegg (NACE 45)
 - Varehandel (NACE 50-52)
 - Transport tjenester (NACE 60-64)
 - Andre tjenester (NACE 70-74)
 - Andre næringsgrupper (i referansegruppe)
- Fylke (etter opplysninger om foretaket fra IKT-undersøkelse, 19 fylker hvor foretak i Østfold fylke er i referansegruppe).