



Rapport: 2023:02

En kartläggning av AI-användning och produktivitet bland svenska företag

En kvantitativ analys av vad som karaktäriserar AI-användande företag och hur sambandet mellan AI-användning och företagens produktivitet ser ut.

Dnr: 2020/245

Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser

Studentplan 3, 831 40 Östersund

Telefon: 010 447 44 00

E-post: info@tillvaxtanalys.se

www.tillvaxtanalys.se

För ytterligare information kontakta: Anton Gidehag

Telefon: 010-447 44 02

E-post: anton.gidehag@tillvaxtanalys.se

Förord

Tillväxtanalys har regeringens uppdrag att analysera och utvärdera statens insatser för att stärka Sveriges tillväxt och näringslivsutveckling. Syftet med den kunskap som vi utvecklar är att den ska användas för att effektivisera, ompröva och utveckla tillväxtpolitiken. Vi utvecklar även analys- och utvärderingsmetoder.

Denna rapport utgör den sista delstudien i Tillväxtanalys ramprojekt "Hur omformar AI näringslivet och hur kan politiken utvecklas?". Syftet med delstudien är att kartlägga de svenska företagens användning av AI och att analysera sambandet mellan företagens AI-användning och deras produktivitet. Rapporten är skriven av Anton Gidehag, analytiker vid Tillväxtanalys, som också har varit projektledare. I projektet har även Elsa Nilsson, analytiker vid Tillväxtanalys, medverkat.

Ett stort tack till de personer som bidragit med värdefulla kommentarer och synpunkter under projektets gång. Ett särskilt tack till Jonas Månsson, professor i industriell ekonomi vid Blekinge Tekniska Högskola, som varit extern kvalitetsgranskare av delstudien.

Ramprojektets referensgrupp består av Carolina Brånby, Svenskt Näringsliv, Fredrik Weisner, Vinnova, Lars Lundberg, Swedish Medtech, Martin Svensson, AI Sweden, Mattias Wiggberg, INDEK/KTH, Sara Mazur, WASP, Susanna Jansson, Näringsdepartementet, Sverker Janson, RISE, och Viktoria Dagobert Spong, Tillväxtverket.

Östersund, februari 2023

Sverker Härd
Generaldirektör, Tillväxtanalys

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	5
Summary	7
1. Introduktion	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte och frågeställningar	9
1.3 Disposition	11
2. Datamaterial och metod	12
2.1 Datamaterial	12
2.1.1 IT-användning i företag år 2020	12
2.1.2 LISA (Longitudinell integrationsdatabas för sjukförsäkrings- och arbetsmarknadsstudier) år 2019–2020	12
2.1.3 FEK (Företagens ekonomi) år 2014–2020	12
2.2 Avgränsningar	13
2.3 Metod	14
2.3.1 Sannolikhetsmodell	14
2.3.2 Empirisk modell för skattade samband med produktivitet	15
3. Vad karaktäriserar företag som använder AI?	17
3.1 Företagens användande och upplevelser av AI	17
3.2 Vilka faktorer har ett samband med sannolikheten för AI-användning?	20
4. Samband mellan AI-användning och produktivitet	26
4.1 Huvudresultat	27
4.2 Känslighetsanalyser	32
4.2.1 Användningsområden	32
4.2.2 Omvänd kausalitet	34
5. Slutsatser och diskussion	36
Referenser	39
Bilaga 1	41
Bilaga 2	43
Bilaga 3	45
Bilaga 4	47
Bilaga 5	49
Bilaga 6	51

Bilaga 7.	53
Bilaga 8.	54

Sammanfattning

Artificiell intelligens (AI) är ett område som ligger högt upp på den politiska agendan i många länder. På senare tid har flera länder upprättat nationella AI-strategier med syftet att skapa ett försprång när det gäller att utveckla och använda AI (OECD, 2021:1). Framväxten och utbredningen av AI och automation ställer dock nya frågor kring strukturomvandling och ekonomisk tillväxt.

Syftet med den här rapporten är tvådelat. Det första är att studera vad som karaktäriserar svenska företag som använder AI och vilka faktorer som påverkar företagets möjligheter att tillämpa AI i sin verksamhet. Det andra är att undersöka om det finns ett samband mellan användandet av AI och företagets produktivitet, och därigenom bidra med ny kunskap kring AI:s betydelse för tillväxten inom det svenska näringslivet.

Rapporten är den sista delstudien i Tillväxtanalys ramprojekt "*Hur omformar AI näringslivet och hur kan politiken utvecklas?*" vars övergripande syfte är att öka kunskapen kring utvecklingen inom AI-området.

Rapporten nyttjar mikrodata över svenska företag i kombination med regressionsanalys för att empiriskt belägga vad som utmärker AI-användande företag och hur sambandet mellan AI-användning och företagets produktivitet ser ut. Den primära datakällan är SCB:s slumpmässiga enkätundersökning "*IT-användning i företag 2020*" som innehåller information om AI-användningen bland företag som har minst 10 anställda. En linjär sannolikhetsmodell skattas för att undersöka vilka företagsfaktorer som har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning. För att kvantifiera sambandet mellan företagets AI-användning år 2019 och produktivitet år 2020 (förädlingsvärde per anställd) skattas en regressionsmodell som bl.a. tar hänsyn till skillnader i företagets historiska produktivitetsnivåer.

Rapportens huvudresultat är:

- Sannolikheten för AI-användning ökar med företagets storlek (antal anställda). Resultaten indikerar att stora företag (minst 250 anställda) har en 24 procentenheter högre sannolikhet att använda AI jämfört med små företag (10–49 anställda).
- Resultaten för sektor- respektive regionstillhörighet indikerar att företag inom IKT-sektorn (*Informations- och kommunikationsteknologi*) har störst sannolikhet för AI-användning, samt att företag i Stockholmsregionen är mer sannolika att använda AI jämfört med företag inom vissa andra regioner.
- En högre löne- och utbildningsnivå bland de anställda tycks vara förknippat med en högre sannolikhet att företagen använder AI.
- Vår empiriska huvudmodell kontrollerar för ursprunglig produktivitet år 2014 och indikerar att företag som använder AI under år 2019 har en 7 procent högre produktivitet år 2020 i relation till icke-användande företag.
- I huvudmodellen drivs det positiva sambandet mellan AI-användning och produktivitet av företag som hade en hög produktivitet under år 2019, d v s parallellt med att de uppgav att de använde AI. Vi finner inget positivt och statistiskt signifikant samband bland företag som hade en låg eller medelhög produktivitet under år 2019.

- Med syftet att försöka hantera ett potentiellt omvänt samband mellan AI-användning och produktivitet kontrollerar vi för historisk produktivitet även andra år än 2014. Vi finner att sambandet fortsatt är positivt och statistiskt signifikant när vi kontrollerar för initiala skillnader i produktivitet år 2015–2018.

Sammanfattningsvis identifieras ett antal faktorer som har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning. Ett stort antal anställda samt en hög löne- och utbildningsnivå förefaller utmärkande för företag som använder AI. Användningen av AI bland svenska företag förefaller även till en ganska stor del vara koncentrerad till IKT-sektorn samt till Stockholmsregionen.

Vi ser även ett generellt positivt samband mellan AI-användning år 2019 och företagens produktivitet året därefter. Det positiva sambandet är statistiskt signifikant när vi kontrollerar en rad faktorer inklusive företagens ursprungliga produktivitetsnivå under år 2014–2018. Det finns även indikationer på att sambandet är starkare bland företag som tillämpar AI inom fler användningsområden.

En empirisk utmaning är att vi endast har tillgång till information om företagens AI-användning under år 2019. Därför kan vi varken identifiera AI-användningens omfattning eller under hur lång tid företagen har använt AI. Begränsningen medför till exempel att vi inte kan undersöka om företagens produktivitet förändras i samband med att de börjar använda AI. Vi kan därmed inte säkerställa om AI-användning leder till en högre produktivitet eller om en hög produktivitet leder till mer AI-användning. Med andra ord kan vi inte med säkerhet fastställa hur orsakssambandet ser ut. Dock visar våra resultat att det finns ett positivt och statistiskt signifikant samband även när vi tar hänsyn till företagens historiska produktivitet. Resultaten i denna rapport omfattar endast svenska företag men ligger väl i linje med tidigare studier som omfattar företag i andra länder, vad gäller både ett positivt samband mellan AI-användning och produktivitet (Czarnitzki m.fl., 2022; OECD, 2022) och vad som utmärker AI-användande företag (OECD, 2022).

Det bör understrykas att även om vår analys bygger på ett slumpmässigt urval av företag behöver resultaten inte nödvändigtvis vara applicerbara för företagspopulationen i stort. Detta eftersom företagen som svarat på enkäten kan skilja sig åt från företagen som inte svarat på enkäten. Svarefrekvensen gällande frågorna som är relaterade till företagens AI-användning är dock hög – cirka 80 procent av de tillfrågade företagen svarade.

Trots att dessa resultat bör betraktas som indikativa är rapporten, oss veterligen, den första studien med målet att kvantitativt studera sambandet mellan användandet av AI och företagens produktivitet i Sverige. Även internationellt förefaller forskningen vara relativt knapphändig. För att förbättra förutsättningarna för framtida studier att komma närmare orsakssamband (effekter) och bidra med värdefull kunskap behöver mer omfattande data om företagens AI-användning samlas in och tillgängliggöras. Viktig information är exempelvis tidpunkten för när företag börjar använda AI, AI-användningens omfattning, samt vad syftet med användningen av AI är.

Summary

Artificial intelligence (AI) is high on the political agenda in many countries. In recent years, several countries have implemented national AI strategies with the purpose of taking the lead in developing and using AI (OECD, 2021:1). However, the emergence and expansion of AI have raised questions on the topics of structural change and economic growth.

The purpose of this report is twofold. First, to investigate the characteristics of Swedish firms that use AI, and which factors that affect the possibility of firms to implement AI into their operation. Second, to analyze if there is a relationship between AI usage and firm-level productivity. Thereby, we want to contribute with new knowledge on the importance of AI for the growth of the Swedish business sector. This report is part of a large project that has the general purpose of increasing knowledge within the field of AI.

This report utilizes microdata on Swedish firms and regression analyses to empirically assess the characteristics of firms that use AI and the relationship between AI usage and firm-level productivity. Our primary data source is the survey "ICT usage in enterprises 2020", which is provided by Statistics Sweden and contains information about AI usage among a randomized sample of firms that have a minimum of 10 employees. Estimating a linear probability model, we identify firm-level factors that have a statistically significant relationship with the likelihood of AI usage. To quantify the link between AI usage in 2019 and firm-level productivity in 2020 (value added per employee), we estimate a regression model that accounts for, e.g., firms' lagged productivity levels. The main findings of this report are:

- The probability of AI usage increases with firm size (number of employees). Our results indicate that large firms (minimum 250 employees) have a probability of AI usage that is 24 percentage point higher compared to small firms (10-49 employees).
- Estimates for each sector indicate that firms within the ICT sector are most likely to use AI. Corresponding estimates for each region indicate that firms that operate in the vicinity of Stockholm are more likely to use AI compared to some other regions.
- The probability of AI usage seems to increase with a firm's wage and education level, respectively.
- Our main model accounts for firms' 2014 productivity levels. It indicates that firms with AI usage in 2019 have a productivity that is 7 percent higher in 2020 compared to firms without AI usage.
- In the main model, the positive link between AI usage and productivity is explained by firms having a high productivity in 2019, i.e., parallel to their AI usage. We find no positive and statistically significant link among firms having a low or medium-high productivity level in 2019.
- To account for a potentially reverse causality between AI usage and firm-level productivity, we include control variables for firms' lagged productivity levels in other years than 2014. The link between AI usage and productivity remains positive and statistically significant when we account for lagged productivity in 2015-2018.

In summary, we identify multiple factors that have a statistically significant relationship with the probability of AI usage. Firms that use AI appear to be characterized by a large number of employees, and by high wage and education levels. Furthermore, AI usage

among Swedish firms does also appear to be most prominent within the ICT sector and the area of Stockholm. Considering AI usage and firm-level productivity, we find a positive and statistically significant link between AI usage in 2019 and firms' productivity levels in 2020. This positive relationship remains statistically significant when we account for a number of factors, including lagged firm-level productivity in 2014-2018. Also, our findings indicate that the positive relationship is more prominent for firms that adopt AI in multiple usage areas.

An empirical challenge is the fact that we only have access to data covering firms' AI usage in the year of 2019 specifically. Thus, we are not able to identify the extent nor the duration of the AI usage. Consequently, we are unable to identify whether the productivity changes when a firm begins to adopt AI. In turn, this means that we are unable to sort out whether AI usage results in higher productivity, or vice versa. However, the positive link between AI usage and firm-level productivity remains statistically significant when we account for firms' lagged productivity levels.

Our analysis only includes Swedish firms, but the findings are in line with previous studies, regarding both a positive relationship between AI usage and firm-level productivity (Czarnitzki et al., 2022; OECD, 2022) and the characteristics of firms that use AI (OECD, 2022).

It should be highlighted that even though the analysis is based on a randomized sample of firms, our results are not necessarily applicable for the entire population of Swedish firms. Firms that have filled out the questionnaire may differ from those firms that did not. However, the response rate regarding the questions related to AI usage is high – approx. 80 percent.

Even though our results should be considered indicative rather than causal, this report – to the best of our knowledge – constitutes the first study with the purpose of empirically assessing the link between AI usage and firm-level productivity in Sweden. Internationally, the previous research does also seem to be relatively sparse. To facilitate the opportunity for future studies to estimate causal effects and provide important knowledge on this topic, more comprehensive and detailed data on firms' AI usage needs to be collected. For instance, information regarding when firms started using AI, how comprehensive the usage is, and the firms' purpose of using AI are key.

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Artificiell intelligens (AI) är ett område som är högt upp på den politiska agendan. Under de senaste åren har flera länder upprättat nationella AI-strategier med ambitionen att skapa ett försprång när det gäller att utveckla och använda AI (se t.ex. OECD, 2021:1). Under 2018 lanserade den svenska regeringen en nationell inriktning för AI (Regeringskansliet, 2018). Den uttalade målsättningen med denna inriktning var att

”Sverige ska vara ledande i att ta tillvara möjligheterna som användning av AI kan ge, med syftet att stärka både den svenska välfärden och den svenska konkurrenskraften”
(Regeringskansliet, 2018, sid. 5)

Internationella kartläggningar har tidigare funnit att AI och automation börjat omvandla flera sektorer men att de stora förändringarna fortfarande ligger framför oss (Boston Consulting Group, 2015; McKinsey, 2017). Utvecklingen ställer nya frågor kring strukturomvandling och ekonomisk tillväxt, och det tycks finnas en utbredd oro kopplad till utvecklingen av AI och automation i allmänhet (Pew Research Center, 2017). Exempelvis kan en ökad automation medföra att arbetsuppgifter som tidigare utfördes av människor istället kommer att utföras av maskiner. Acemoglu och Restrepo (2018) menar dock att denna omedelbara och negativa effekt på sysselsättningen kan motverkas av en rad faktorer. Till exempel kan automation och AI leda till en ökad arbetskraftsefterfrågan för icke-automatiserade arbetsuppgifter och resultera i att nya arbetsuppgifter uppstår för vilka människor har en komparativ fördel gentemot maskiner och robotar.

Det finns ingen vedertagen eller generell definition av AI, vilket försvårar internationella jämförelser gällande både dess användning och utbredning (OECD, 2021:1). Denna rapport studerar AI-användningens omfattning bland, och betydelse för, svenska företag, och baseras således på Statistiska Centralbyråns (SCB:s) AI-definition. Enligt SCB är AI-baserad mjuk- och hårdvara

”...system som uppvisar intelligent beteende genom att analysera sin omgivning och agera, med någon typ av självbestämmande, för att uppnå specifika mål. AI-baserade system kan vara ren mjukvara eller inbyggda i hårdvara” (SCB, 2020:1).

Kopplat till denna definition presenterar SCB även ett flertal exempel på AI. Däribland ansiktsgenkänning, automatisk översättning, chatrobotar och självkörande bilar.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna rapport är tvådelat. Det första syftet är att beskriva vad som utmärker svenska företag som använder AI samt vilka hinder för AI-användning som de upplever. Det andra syftet är att undersöka om det finns något samband mellan företagets AI-användning och produktivitet. Med hjälp av mikrodata från SCB besvaras följande frågeställningar

- Vad karaktäriserar företag som använder AI?
- Finns det något samband mellan företags AI-användning och produktivitet?

Den första frågeställningen syftar till att bidra med ny kunskap kring vilka faktorer som påverkar företags möjligheter och förutsättningar att använda AI. Tidigare studier har presenterat deskriptiv statistik kring AI-användning bland svenska företag (SCB, 2020:2; Tillväxtanalys, 2021:1; Tillväxtanalys, 2022). Med denna rapport vill vi bidra med en fördjupad kunskap kring AI-användningen genom att analysera vilka faktorer som har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten att ett företag använder AI.

Genom att studera den andra frågeställningen hoppas vi kunna bidra med kunskap kring AI:s betydelse för tillväxten inom svenskt näringsliv. En rapport från OECD (2021:1) lyfter sambandet mellan AI-användning och produktivitet som en viktig fråga att studera. Ur ett teoretiskt perspektiv kan användandet av AI bidra till att öka produktiviteten på flera sätt. Till exempel kan AI inom olika områden bidra till att effektivisera produktionsprocesser samt leda till nya innovationer och därigenom öka ett företags produktivitet. Ytterligare exempel är att AI-användning kan leda till en förbättrad kundkänedom och underlätta företagets rekryteringsprocesser, vilket också kan vara produktivitetshöjande.

Rapportens främsta bidrag är att undersöka sambandet mellan AI-användning och företagets produktivitet. Oss veterligen har ingen tidigare forskning varken skattat sambandet mellan AI-användning och produktivitet i Sverige, eller försökt att kvantitativt belägga vilka faktorer som har ett signifikant samband med sannolikheten för AI-användning bland svenska företag.

Även internationellt är forskningen kring företags AI-användning och produktivitet relativt knapphändig. Den studie som är mest i linje med denna rapport är en nyligen utkommen forskningsrapport av OECD (2022). Rapporten nyttjar tvärsnittsdata för totalt 10 länder för att undersöka vad som karaktäriserar AI-användande företag och sambandet mellan AI-användning och företagets produktivitet. Resultaten tyder bland annat på att AI-användning är mer vanligt bland stora företag och inom sektorerna IKT (*Informations- och kommunikationsteknologi*) och "Professional Services". Vidare är komplementära tillgångar – t.ex. immateriella tillgångar såsom kunskap och utbildning kopplat till IKT – nära relaterade till företagets AI-användning. Rapportens resultat indikerar även att det föreligger ett positivt samband mellan AI-användning och produktivitet men att detta främst drivs av större företag, och att detta delvis kan förklaras av andra komplementära tillgångar.

Bäck m.fl. (2022) identifierar AI-relaterade yrken genom att nyttja data över jobbutlysningar bland finska företag, och använder denna information för att skatta sambandet mellan AI och produktivitet. De finner att AI-relaterade företagsaktiviteter ökar produktiviteten, men att denna positiva effekt endast gäller stora företag och företag som använt AI under en längre tid. Därtill förefaller den positiva effekten på produktiviteten endast vara långsiktig, d v s observeras på lång sikt. Czarnitzki m.fl. (2022) använder enkätdata över tyska företag för att skatta hur AI-användning och AI-användandets omfattning påverkar företagets produktivitet. De finner att AI har en positiv effekt på produktiviteten, och att detta samband är robust i ett flertal känslighetsanalyser. Deras slutsats är att AI är en produktivitetshöjande teknologi.

Två andra studier är Damoli m.fl. (2021) och Alderucci m.fl. (2019). Damoli m.fl. (2021) använder företagsdata från flera länder över åren 2000–2016 för att skatta sambandet

mellan AI-relaterade patent och arbetsproduktivitet. De finner en positiv effekt av AI-relaterade patent på företagets produktivitet men att detta endast gäller för små- och medelstora företag (SMF) och för företag inom tjänstesektorn. Alderucci m.fl. (2019) använder data över amerikanska företag för att studera sambandet mellan AI-relaterade patent och en rad företagsutfall, däribland förädlingsvärde per anställd. De finner att AI-patent är förknippade med en ökad produktivitet men belyser samtidigt att de skattade effekterna inte nödvändigtvis är kausala. Det bör dock poängteras att båda dessa studier endast analyserar betydelsen av AI-relaterade patent och att de således inte studerar vilken betydelse företagens AI-användning har för produktiviteten generellt.

I kontrast till litteraturen kring AI och företags produktivitet finns det en mer omfattande forskningslitteratur som undersöker IKT-användningens och digitaliseringens inverkan på produktiviteten. En litteraturöversikt av Cardona m.fl. (2013) finner att det föreligger ett positivt och statistiskt signifikant samband mellan företags IKT-investeringar och deras produktivitet. I genomsnitt leder en 10-procentig ökning av IKT-investeringar till en produktivitetsökning i intervallet 0,5–0,6 procent. Vidare finner Cardona m.fl. (2013) att detta samband är starkare under senare år, dvs den produktivitetshöjande effekten av IKT ökar över tid. I en senare litteraturöversikt av Heyman m.fl. (2018) finner dem att både IKT och digitalisering generellt sett har en positiv effekt på produktiviteten. Vidare konstaterar dem att effekten på produktiviteten är som starkast när företag har komplementära tillgångar – till exempel bra ledningsfunktioner – och att en snabb omförflyttning av produktion och arbetskraft är viktig. Effekten av digitalisering på företagets produktivitet kan även variera med deras ursprungliga produktivitetsnivå (OECD, 2021:2, Schubert m.fl., 2022).

Denna rapport är den sista delstudien inom Tillväxtanalys ramprojekt *Hur omformar AI näringslivet och hur kan politiken utvecklas?* Syftet med ramprojektet är att ge ny kunskap om utvecklingen inom området AI. Med nya kunskapsunderlag vill vi bidra till faktabaserade och välgrundade beslut rörande AI-utvecklingen.

1.3 Disposition

I det andra avsnittet beskrivs datamaterialet och rapportens avgränsningar, följt av den metod som används för att besvara rapportens frågeställningar. Det tredje avsnittet studerar företagets AI-användning och vad som utmärker företag som använder AI. I det fjärde avsnittet skattas sambandet mellan företagets AI-användning och produktivitet. Avslutningsvis består det femte avsnittet av rapportens slutsatser och en diskussion kring dessa.

2. Datamaterial och metod

2.1 Datamaterial

Nedan beskrivs de datakällor som ligger till grund för denna rapport.

2.1.1 IT-användning i företag år 2020

IT-användning i företag är en enkätundersökning som tillhandahålls av SCB.

Undersökningen görs årligen med syftet att undersöka tillgången och användandet av informations- och kommunikationsteknik (IKT) bland svenska företag (SCB, 2020:1).

Undersökningen skickas till ett slumpmässigt urval av svenska företag som har 0–199 anställda medan samtliga företag med minst 200 anställda får undersökningen. För att företag ska inkluderas i undersökningen måste vissa kriterier vara uppfyllda.¹

I denna studie används enkätundersökningen som gjordes i mars år 2020.

Enkätundersökningen skickades till totalt 7 739 företag och avsåg primärt företagets IT-användning under år 2019. Företag med minst 10 anställda fick en mer omfattande enkät än företag med 0–9 anställda.

Till företag med minst 10 anställda ställdes två frågor som berör AI och som således är av särskilt intresse för denna rapport. Den första frågan är kopplad till företagets AI-användning under år 2019 och vad företagen använder AI till. Den andra frågan berör vilka hinder kopplade till AI-användning som företagen upplever finns.²

Svarsfrekvensen vad gäller AI-frågorna är ca. 80 procent och således hög (se även avsnitt 2.2 nedan).

2.1.2 LISA (Longitudinell integrationsdatabas för sjukförsäkrings- och arbetsmarknadsstudier) år 2019–2020

LISA är en registerdatabas som tillhandahålls av SCB och inkluderar information om samtliga individer som är folkbokförda i Sverige och är 16 år eller äldre. Databasen innehåller unika löpnummer för både individer och företag, vilket gör det möjligt att sammanlänka arbetstagare med deras respektive arbetsgivare. Från LISA nyttjas information om arbetstagares löner, utbildningsnivåer, utbildningsinriktningar och kön.

2.1.3 FEK (Företagens ekonomi) år 2014–2020

Företagens ekonomi (FEK) är en företagsdatabas från SCB innehållandes företagsekonomiska variabler som exempelvis förädlingsvärde, omsättning, investeringar och intäkter. Databasen är dock avgränsad och omfattar inte hela Sveriges företagspopulation. Verksamheter inom finansiell sektor, offentlig sektor, icke-vinstdrivande hushåll, internationella organisationer och utländska ambassader är exkluderade.³

¹ Bland annat exkluderas inaktiva företag, företag inom finansiell sektor och företag med utländska adresser. Se SCB (2020:1) för mer information om hur urvalen är konstruerade.

² Se fråga 36–37 i SCB (2020:1, sid. 41–42).

³ Dessa motsvarar kategorier K, O, T och U i näringslivsindelningen SNI2007.

Vi sammanlänkar information om företagen från de tre ovanstående datakällorna och skapar därmed en företagspanel som innehåller information om AI år 2019 samt övrig information från LISA år 2019–2020 och FEK år 2014–2020.

2.2 Avgränsningar

Analysen i denna rapport utgår från företag som hade minst 10 anställda i mars månad 2020 och som därmed mottog den mer omfattande enkäten. Vidare avgränsas analysen till de företag som svarat på frågan kopplad till AI-användande. Tabell 1 illustrerar hur antalet företag förändras stegvis i skapandet av det slutgiltiga urvalet av företag som ligger till grund för analysen.

Tabell 1. Antal företag, stegvis.

Antal företag	Beskrivning
4 673	I enkät
3 848	I data
3 721	Svarat på AI-användande
3 670	...och i LISA & FEK

Enkäten skickades till totalt 4 673 företag med minst 10 anställda. 3 848 företag svarade på minst en fråga och finns därmed med i datamaterialet. Av dessa svarade 3 721 företag på frågan gällande AI-användning, vilket motsvarar en svarsfrekvens gällande AI på ca. 80 procent (3 721/4 673). Notera att det inte går att identifiera företagen som fått enkäten men inte svarat på den, vilket innebär att vi inte kan göra en bortfallsanalys kring hur dessa eventuellt skiljer sig från företagen som svarat på enkäten. Vi kan däremot jämföra företag som svarat respektive inte svarat på frågan om AI-användning med varandra.⁴ I syfte att kunna studera vad som karakteriserar företag som använder AI adderas företagsinformation från både LISA- och FEK-databasen (se delavsnitt 2.1). Detta resulterar i totalt 3 670 företag, för vilka vi har information om både AI-användande och ytterligare information från LISA och FEK år 2019–2020.⁵

Enkätundersökningen om företagens IT-användning baseras på ett s.k. stratifierat slumpmässigt urval inom vilket företagen indelas i olika grupper (strata).⁶ Trots att urvalet är slumpmässigt kan de svarande företagen skilja sig åt från de företag som inte svarat på enkäten. Detta kan öka både osäkerheten och skevheten i skattningarna. För att de svarande företagen ska vara representativa för företagspopulationen i stort används vikter eller s.k. uppräkningsstal i avsnitt 3.1. Inom respektive stratum (grupp) relaterar dessa vikter antalet svarande företag till motsvarande antal företag i populationen, och kompenserar därmed för objektsbortfallet (antalet företag som fått enkäten men inte

⁴ Det finns 127 företag (3 848-3 721) som är med i enkäten men som inte svarat på frågan om AI-användning. Dessa företag ingår inte i vår analys, men vi undersöker hur de skiljer sig åt från svarande företag avseende följande variabler: antal anställda, andel med minst två års postgymnasial utbildning, andel STEM-utbildade, genomsnittslön, genomsnittsålder samt andel kvinnor. För samtliga medelvärden finner vi att skillnaderna mellan svarande och icke-svarande företag inte är statistiskt signifikant skilda från varandra. Således finns inga märkbara systematiska skillnader mellan företag som svarat respektive inte svarat på frågan om AI-användning. Denna statistik är tillgänglig på begäran.

⁵ Några företag saknar värden på vissa variabler, varför antalet företag i regressionerna är något färre. I avsnitt 4 används FEK-data från år 2014 och framåt, vilket innebär ett lägre antal företag.

⁶ Se SCB (2020:1) för mer information kring urvalsundersökningens utformning.

svarat). I avsnitt 3.1 använder vi dessa vikter för att uppskatta AI-användandet bland samtliga företag med minst 10 anställda.⁷

Trots att dessa vikter används i avsnitt 3.1 för att ge en bild över hur AI-användandet ser ut bland företag generellt och inte bara bland de företag som svarat på enkäten bör det poängteras att enkäten med AI-frågor endast skickades till företag som hade minst 10 anställda. Vi kan således inte bedöma hur användandet och betydelsen av AI ser ut bland mikroföretag, t.ex. start-ups. OECD (2022) finner att AI-användandet kan vara omfattande bland sådana start-ups. Vidare utgör mikroföretag med 1–9 anställda en betydande andel av Sveriges företagspopulation. Till exempel utgjorde mikroföretagen 84 procent av samtliga svenska företag med minst en anställd under november 2021.⁸

En annan avgränsning med denna studie är att vi endast kan observera hur företagens AI-användning såg ut under år 2019. Både hur frekvent AI-användandet är och dess användningsområden kan ha förändrats sedan dess. Detta medför även att vi inte kan observera AI-användandets omfattning eller under hur lång tid företagen har använt AI. Således kan vi inte särskilja företag baserat på hur omfattande, långvarigt eller frekvent AI-användande de har. Detta innebär att vi inte med säkerhet kan uttala oss om kausala samband mellan företagens AI-användning och produktivitet, och att resultaten kring detta samband snarare ska ses som indikativa.

2.3 Metod

2.3.1 Sannolikhetsmodell

Vi studerar vad som karakteriserar företag som använder AI och om – och i så fall hur – hur dessa företag särskiljer sig från företag som inte använder AI. För att studera detta tillämpas en linjär sannolikhetsmodell som skattar betydelsen av ett flertal variabler som potentiellt kan påverka sannolikheten att företag använder AI.⁹ Resultaten från sannolikhetsmodellen presenteras i avsnitt 3.1. Den linjära sannolikhetsmodellen skattas för år 2019 och kan uttryckas som

$$P(AI_{isjl} = 1 | X) = \sigma_0 + \sum_{s=1}^S \beta_s \text{Storleksklass}_s + \sum_{j=1}^J \gamma_j \text{Sektor}_j + \sum_{l=1}^L \phi_l \text{Region}_l + \theta_1 \text{Andel utb}_i + \theta_2 \text{Andel STEM}_i + \theta_3 \text{Medellön}_i + \theta_4 \text{Medelålder}_i + \theta_5 \text{Andel kvinnor}_i + \varepsilon_{isjl} \quad (1)$$

Den beroende variabeln, AI_{isjl} , är en indikatorvariabel som antar värdet 1 för företag som använder AI och värdet 0 för företag som inte använder AI. Index i , s , j och l anger företag, storleksklass, sektor respektive region.

⁷ Andelarna i avsnitt 3.1 skattas genom följande formel: $\hat{P}_d = \frac{1}{N_d} \sum_{h=1}^H \left(\frac{N_{d,h}}{m_{d,h}} \sum_{k \in S_{d,h}} I_A(k) \right)$. \hat{P}_d är den skattade andelen i redovisningsgrupp d . $N_{d,h}$ är antalet företag i rampopulationen inom stratum (d, h) medan $m_{d,h}$ är antalet svarande företag i stratum (d, h). N_d är det totala antalet företag i redovisningsgrupp d och ges enligt $N_d = \sum_{h=1}^H N_{d,h}$. $I_A(k)$ är en indikatorvariabel som antar värdet 1 om företag k har svarat "ja" på fråga A och värdet 0 annars. $I_A(k)$ summeras över samtliga företag som är en del av urvalet $S_{d,h}$.

⁸ Se <https://www.ekonomifakta.se/fakta/foretagande/naringslivet/naringslivets-struktur/>

⁹ Vi använder en linjär sannolikhetsmodell eftersom estimaten är mer lättolkade jämfört med icke-linjära sannolikhetsmodeller som t.ex. probit och logit. Tabell 3–4 nedan skattas även med en probit-modell och estimaten är i regel snarlika vad gäller både statistisk signifikans och tecken. Även OECD (2022) använder en linjär sannolikhetsmodell för att undersöka vad som karakteriserar AI-användande företag.

$Storleksklass_s$ är indikatorvariabler för mikroföretag (max 9 anställda), små företag (10–49 anställda), medelstora företag (50–249 företag) samt stora företag (minst 250 anställda). Vidare är $Sektor_j$ och $Region_l$ indikatorvariabler för respektive sektor och region som företagen är verksamma inom.¹⁰ Variabeln $Andel\ utb_i$ representerar andelen anställda på varje företag som har minst två års postgymnasial utbildning medan $Andel\ STEM_i$ representerar andelen som har en STEM-utbildning (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). $Medellön_i$ och $Medelålder_i$ representerar den genomsnittliga årslönen och de anställdas genomsnittliga ålder på respektive företag. Avslutningsvis utgör variabeln $Andel\ kvinnor_i$ andelen anställda kvinnor på varje företag medan ε_{ijlt} är en felterm.

Genom att skatta den linjära sannolikhetsmodellen (1) ovan är det således möjligt att studera hur sannolikheten att ett företag använder AI varierar med bland annat företagets storlek, sektorstillhörighet samt de anställdas utbildningsnivå och ålder. Estimatet för varje variabel i denna modell ska tolkas som hur en ökning av den specifika variabeln med en enhet förändrar sannolikheten för AI-användning i procentenheter – allt annat lika (i strikt mening).

2.3.2 Empirisk modell för skattade samband med produktivitet

Avsnitt 3.2 syftar till att undersöka sambandet mellan användandet av AI och företagets produktivitet. I denna rapport väljer vi att mäta företagets produktivitet genom att använda måttet arbetsproduktivitet, d v s förädlingsvärde per anställd. Variabler för både företagets förädlingsvärde och antal anställda är lättillgängliga i registerdata från SCB.

Den empiriska modellen som skattar sambandet mellan företagets AI-användning och produktivitet kan uttryckas på följande sätt

$$\ln(Prod_{ijlt}) = \sigma_0 + \beta_1 AI_{ijl,t-1} + \sum_j^J Sektor_{j,t-1} + \sum_{l=1}^L \phi_l Region_{l,t-1} + \theta_1 Storlek_{i,t-1} + \theta_2 Andel\ utb_{i,t-1} + \theta_3 Andel\ STEM_{i,t-1} + \theta_4 Medellön_{i,t-1} + \theta_5 Medelålder_{i,t-1} + \ln(Prod_{ijl,t-6}) + \varepsilon_{ijlt} \quad (2)$$

Den beroende variabeln $\ln(Prod_{ijlt})$ är den naturliga logaritmen av produktiviteten (förädlingsvärde per anställd) på företagsnivå. Index i, j, l och t definierar i tur och ordning företag, sektor, region samt år. Notera att den beroende variabeln är log-transformerad, vilket innebär att de skattade förändringar i produktivitet som vi observerar approximativt kan tolkas i procentuella termer.¹¹

$AI_{ijl,t-1}$ är en indikatorvariabel som antar värdet 1 för företag uppger att de använder AI och värdet 0 för företag som uppger att de inte använder AI. Precis som i modell (1) är $\sum_j^J Sektor_{j,t-1}$ samt $\sum_{l=1}^L \phi_l Region_{l,t-1}$ indikatorvariabler för företagets sektor- respektive regionstillhörighet. $Storlek_{i,t-1}$ representerar företagets storlek, d v s antalet anställda. Variabeln $Andel\ utb_{i,t-1}$ fångar andelen anställda med minst två års postgymnasial utbildning medan $Andel\ STEM_{i,t-1}$ fångar andelen anställda som har en STEM-utbildning. Avslutningsvis representerar $Medellön_{i,t-1}$ och $Medelålder_{i,t-1}$ den genomsnittliga årslönen respektive den genomsnittliga åldern bland företagets anställda.

¹⁰ Sektorsindelning enligt SCB (2020:1). Regionsuppdelningen bygger på EU:s regionindelning NUTS. Se <https://www.scb.se/hitta-statistik/internationell-statistik/eu-statistik/eus-regioner---nuts/> för mer information.

¹¹ Modellen i ekvation (2) är semi-elastisk. Exakta förändringar i procentuella termer fås genom formeln $100 * (e^\tau - 1)$, där τ representerar respektive parameter i modellen.

Genom att skatta modell (2) är vårt mål att studera om det finns ett samband mellan företagens AI-användning och deras produktivitet. Ett potentiellt problem är dock att produktiviteten även kan påverka ett företags möjligheter att använda AI, d v s sambandet kan vara omvänt - s.k. cirkelkausalitet/omvänd kausalitet (Cardona m.fl., 2013). Teoretiskt sett kan t.ex. ett företag med hög produktivitet vara mer sannolikt att använda sig av AI jämfört med ett företag med lägre produktivitet. För att undvika uppenbar risk för cirkelkausalitet väljer vi att studera sambandet mellan företagens AI-användning år 2019 (år $t-1$) och produktivitet år 2020 (år t).^{12 13} Dock är det sannolikt att en hög andel av de som använde AI 2019 även gjorde det både tidigare och senare än så, varför risken för cirkelkausalitet trots allt är överhängande.

Vi väljer därför att även kontrollera för produktivitetsskillnader mellan företag längre bak i tiden. $\ln(Prod_{ijl,t-6})$ representerar företagens produktivitet år 2014 (år $t-6$). Genom att inkludera denna variabel kontrollerar vi för produktivitetsskillnader under år 2014, d v s fem år innan företagen svarade på frågan om AI-användning. Idén med att inkludera denna kontrollvariabel är att skatta sambandet mellan företagens AI-användning och produktivitet som inte förklaras av initiala skillnader i produktivitet mellan användande och icke-användande företag.

Eftersom vi inte vet när företagen påbörjade sin AI-användning är det dock inte självklart för vilket år som kontrollvariabeln för produktivitet bör inkluderas. Genom att kontrollera för produktivitet något längre bak i tiden (år 2014) minskar sannolikheten att företagen påbörjade sin AI-användning innan denna tidpunkt och därmed risken att AI-användningen kan ha haft en inverkan på produktiviteten detta år. Detta innebär i sin tur att risken minskar att vi kontrollerar bort en del av det samband mellan AI-användning och produktivitet som vi vill estimeras. Å andra sidan ökar risken att vi inte lyckas kontrollera för en potentiell omvänd kausalitet mellan AI-användning och produktivitet ju längre bak i tiden som kontrollvariabeln inkluderas. I avsnitt 4.2.2 undersöker vi detta närmare genom att stegvis kontrollera för företagens produktivitet olika år.

Liksom variabeln för AI-användning är övriga variabler som inkluderas i modellen definierade år 2019 och betraktas som kontrollvariabler. Dessa samvarierar sannolikt med företagens AI-användning och kan även ha en direkt inverkan på produktiviteten.¹⁴

¹² Vi har endast tillgång till AI-data för 2019 och övriga data t.o.m. 2020, och kan därför inte nyttja data för flera år.

¹³ Denna cirkelkausalitet benämns även ofta som omvänd kausalitet, och diskuteras mer utförligt i avsnitt 4.2.

¹⁴ Flera av dessa variabler inkluderas även i modell (1). I avsnitt 3.2 nedan finner vi att flertalet av dessa variabler har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning.

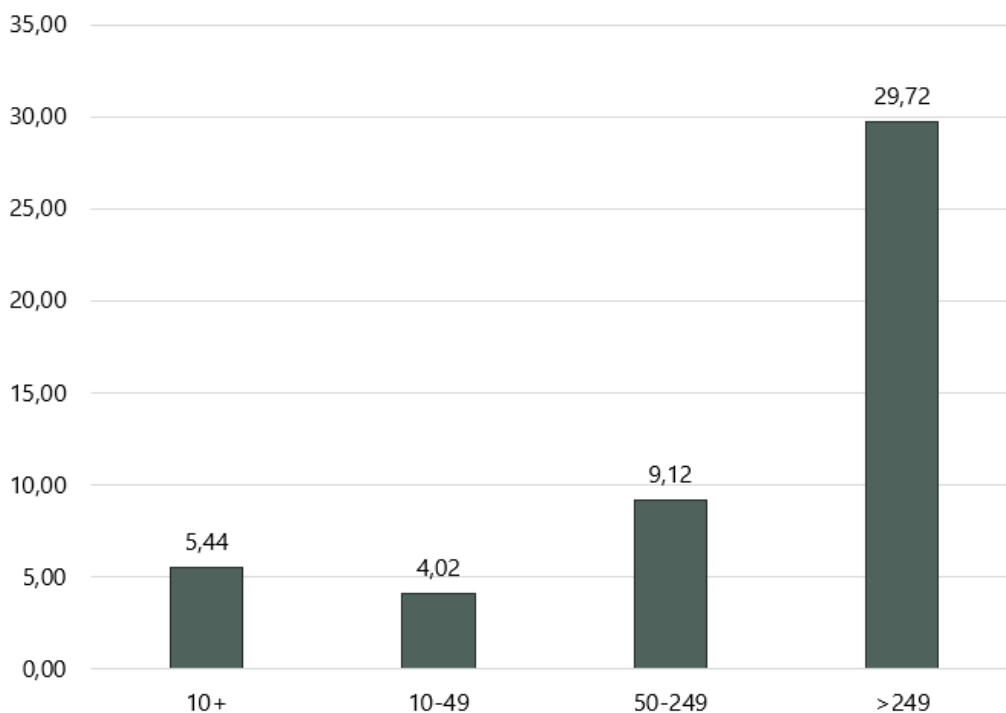
3. Vad karaktäriserar företag som använder AI?

I detta avsnitt studeras AI-användningen bland svenska företag under år 2019. I delavsnitt 3.1 presenteras statistik kring företagens AI-användande samt vilka hinder kopplat till AI-användning som företagen upplever. Delavsnitt 3.2 undersöker vad som karaktäriserar företag som använder AI, och vad som särskiljer dem från företag som inte använder AI.

3.1 Företagens användande och upplevelser av AI

Figur 1 illustrerar andelen företag som har använt AI-baserad mjuk- eller hårdvara under år 2019. Bland samtliga företag med minst 10 anställda är det ca. 5 procent av företagen som har använt AI. Uppbrutet per storleksklass är det tydligt att AI-användande varierar kraftigt med företagens storlek. Bland små företag (10–49 anställda) är andelen endast ca. 4 procent, medan motsvarande andelar för medelstora (50–249 anställda) och stora (minst 250 anställda) företag är ca. 9 respektive 30 procent. AI-användning är således mer vanligt förekommande bland de största företagen.

Figur 1. Andel företag som använder AI år 2019, efter storleksklass.

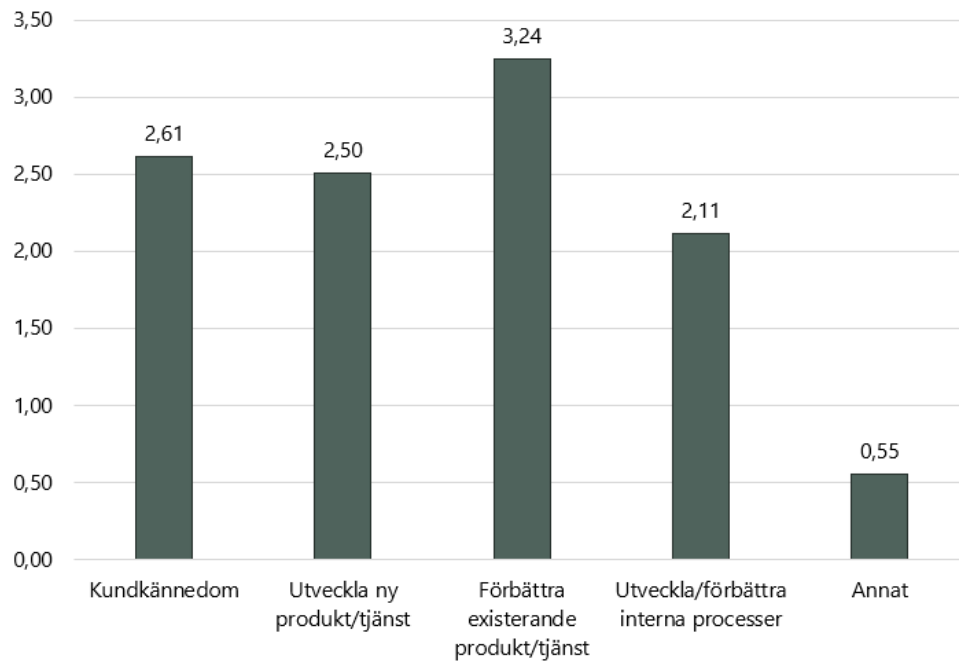


Not. Statistiken är viktad för att representera företagspopulationen. Källa: SCB.

I enkätundersökningen har företagen möjlighet att uppge ett - eller flera - användningsområden för AI. Dessa användningsområden är förvalda av SCB och specificeras i enkäten. Figur 2 visar andelen företag som använder AI inom respektive användningsområde. Av de fyra specifika användningsområden som specificeras av SCB

är det vanligaste att använda AI för att förbättra en existerande produkt eller tjänst; drygt 3,2 procent av företagen anger detta som användningsområde. Andelen företag inom de tre övriga användningsområdena varierar mellan 2,1–2,6 procent. Sammanfattningsvis används AI främst för att förbättra redan existerande produkter eller tjänster, medan andelen företag med AI-användning är relativt jämnt fördelad mellan de tre andra specifika användningsområdena. Andelen företag som använder AI utanför de fyra specificerade användningsområdena är endast ca. 0,6 procent.

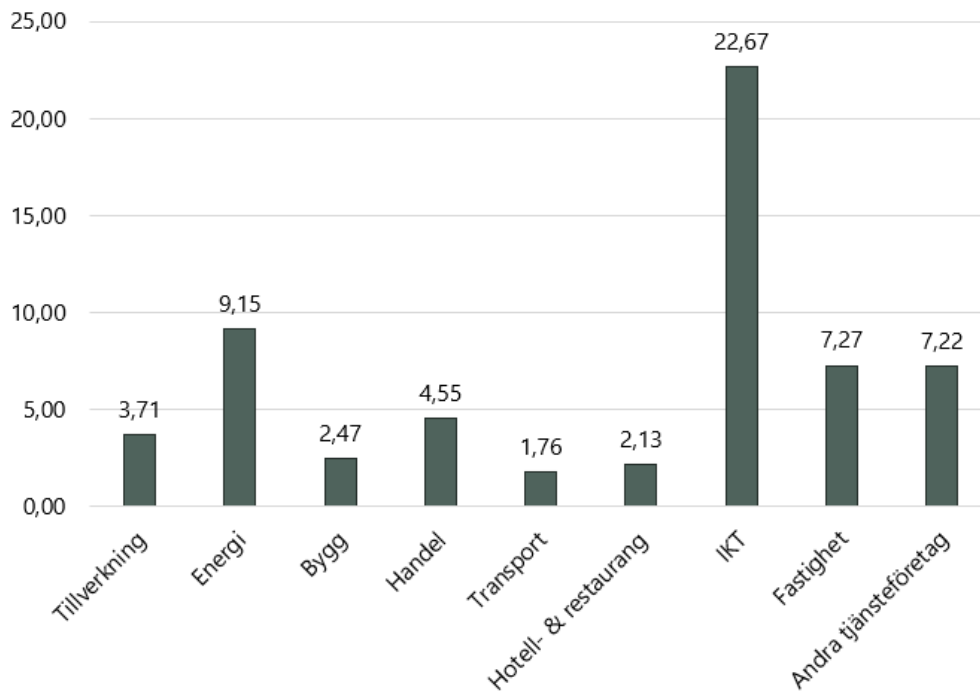
Figur 2. Andel företag som använder AI år 2019, efter användningsområde.



Not. Statistiken är viktad för att representera företagspopulationen. Källa: SCB.

Figur 3 illustrerar hur AI-användandet ser ut i olika sektorer. AI-användande är vanligast förekommande inom informations- och kommunikationssektorn (IKT); 22,7 procent av IKT-företagen använder AI. Även inom energisektorn, fastighetssektorn samt bland tjänsteföretag är AI-användning relativt vanligt förekommande. Motsvarande andel företag med AI-användning inom dessa sektorer uppgår till 9,2, 7,3 samt 7,2 procent. Slutligen utmärker sig bygg-, transport- samt hotell- och restaurangsektorn som sektorer med en låg andel AI-användande; endast ca. 2 procent av sådana företag har använt AI under år 2019.

Figur 3. Andel företag som använder AI år 2019, efter sektor.

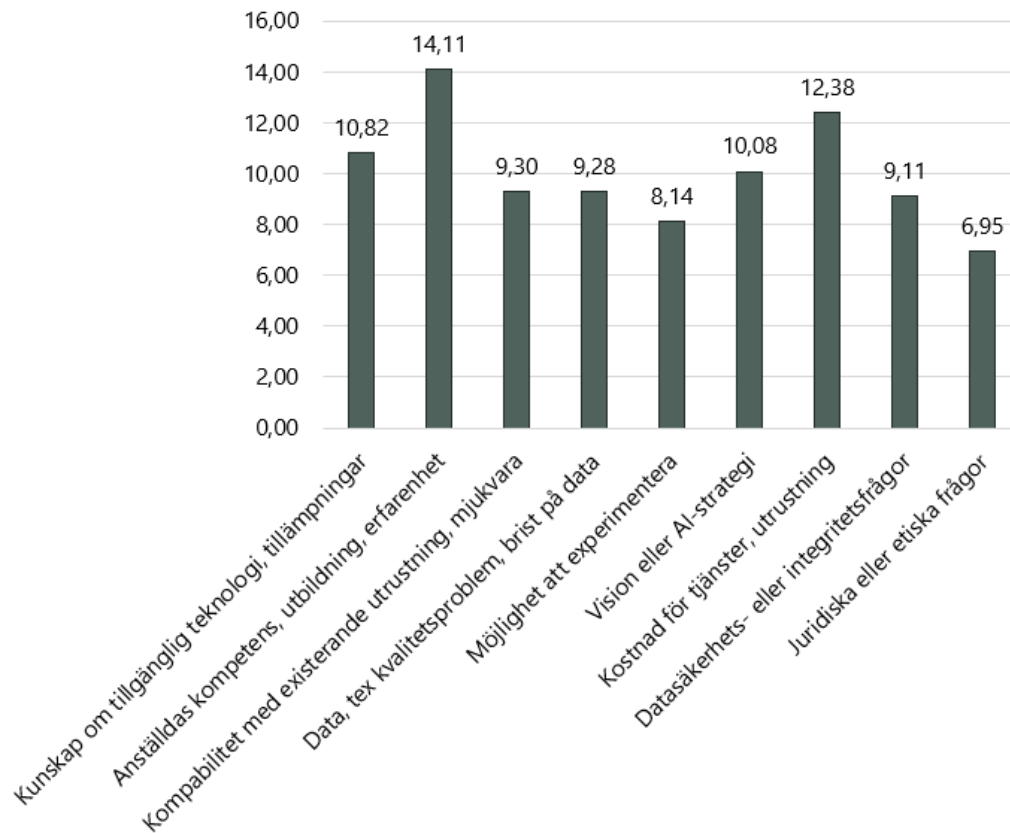


Not. Sektoruppdelning enligt SCB (2020:1). Statistiken är viktad för att representera företagspopulationen. Källa: SCB.

Enkätundersökningen innehåller även en fråga gällande vilka hinder för AI-användning som företagen upplever. Likt frågan om olika användningsområden (Figur 2) består även denna fråga av ett antal förvalda hinder. Figur 4 illustrerar andelen företag som uppger att dessa utgör faktiska hinder för användandet av AI. Det vanligaste upplevda hindret är de anställdas kompetens, utbildning eller erfarenhet (14,1 procent), följt av kostnader för tjänster och utrustning (12,4 procent). Juridiska och etiska frågor utgör den faktor som lägst andel företag anser vara ett hinder för AI-användande (7 procent).

Hur företagen upplever dessa hinder kan potentiellt säga något om hur staten kan främja företagens AI-användning. Vi kan till exempel notera att en relativt stor andel av företagen upplever att bristande kunskap om AI-teknologi samt en begränsad kompetens, utbildning och erfarenhet bland de anställda utgör ett hinder. Staten skulle kunna minska dessa hinder genom t.ex. relevanta utbildningssatsningar och en ökad kunskapsspridning kring AI.

Figur 4. Andel företag som upplever hinder för AI-användning år 2019, efter kategori.



Not. Svarsalternativen är "inget hinder", "visst hinder", "stort hinder", "inte relevant", samt "vet inte". Andelarna i figuren utgörs av antalet företag som anger "visst hinder" eller "stort hinder" som andel av totala antalet svarande företag för respektive hinder. Statistiken är viktad för att representera företagspopulationen. Källa: SCB.

3.2 Vilka faktorer har ett samband med sannolikheten för AI-användning?

I det föregående delavsnittet kunde vi bland annat notera att AI-användandet varierar kraftigt med företagens storlek, och att AI-användning är betydligt vanligare bland större företag än bland mindre företag. I detta delavsnitt undersöker vi vidare vad som karaktäriserar företag som använder AI och hur dessa skiljer sig från icke-användande företag. Detta görs genom att skatta en sannolikhetsmodell som indikerar vilka faktorer som har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning. Till skillnad från föregående delavsnitt där vi viktade statistiken för att spegla hela företagspopulationen fokuserar vi i detta avsnitt på de företag som ingick i enkätundersökningen och för vilka vi har ytterligare information från LISA- och FEK-databasen.

I Tabell 2 presenteras deskriptiv statistik kring ett flertal variabler för företag som använde respektive inte använde AI under år 2019. Företag som uppgett att de använder AI har i genomsnitt 724 anställda och medianen är 268 anställda. Motsvarande siffror för icke-användande företag är 175 respektive 34 anställda. Således är AI-användande företag i regel stora och har betydligt fler anställda än icke-användande företag, vilket även Figur 1 indikerade.

AI-användande företag har även generellt sett även en högre utbildningsnivå bland sina anställda – både vad gäller postgymnasial utbildning generellt och STEM-utbildning. Till exempel har i genomsnitt 46 procent av de anställda på AI-användande företag en postgymnasial utbildning som är två år eller längre medan motsvarande andel för icke-användande företag är 24 procent – en skillnad på 22 procentenheter. Även genomsnittslönen är högre bland AI-användande företag; skillnaden är ca. 120 000 kr per år (10 000 kr per månad). Skillnaderna i de anställdas ålders- och könsfördelning mellan företag som använder AI och företag som inte använder AI är i regel små. Dock har AI-användande företag i genomsnitt en något högre andel anställda kvinnor.

Avslutningsvis genomför vi t-test för att undersöka om medelvärdena för företag som använder AI respektive inte använder AI i Tabell 2. Deskriptiv statistik, år 2019. Företag som använder vs. inte använder AI är statistiskt signifikant skilda från varandra. Vi finner att samtliga medelvärden – undantaget för genomsnittsålder – är signifikant skilda från varandra (p -värde $<0,05$).

Tabell 2. Deskriptiv statistik, år 2019. Företag som använder vs. inte använder AI.

	Medel	Median	Std.avv.	Min	Max
Antal anställda (november)					
Använder AI	723,61	268	1679,09	3	23 402
Använder inte AI	174,79	34	595,45	1	24 102
Andel minst 2 år postgymnasial utb.					
Använder AI	0,46	0,46	0,27	0	1
Använder inte AI	0,24	0,15	0,24	0	1
Andel STEM-utbildade					
Använder AI	0,428	0,40	0,26	0	1
Använder inte AI	0,37	0,34	0,24	0	1
Genomsnittslön					
Använder AI	511 100	482 910	418 003	55 643	8 738 000
Använder inte AI	391 487	378 892	175 801	0	4 784 375
Genomsnittsålder, anställda					
Använder AI	40,72	41,95	5,73	19,36	56
Använder inte AI	41,09	41,64	6,27	20,26	66,91
Andel kvinnor					
Använder AI	0,36	0,32	0,20	0	0,98
Använder inte AI	0,33	0,27	0,24	0	1

Not. Antal anställda avser november 2019 (RAMS). Inkluderar företag som besvarat frågan om AI-användning och finns i både LISA och FEK åren 2019–2020. Antal observationer.: 3 665 (474 AI-användande företag, 3 191 icke-användande företag).

I Tabell 3 presenteras resultaten från skattningen av den linjära sannolikhetsmodellen i ekvation (1) (se avsnitt 2.3). Notera att av utrymmesskäl presenteras inte estimaten för företagens sektor och region men motsvarande fullständiga regressionsstabeller återfinns som bilagor i slutet av rapporten.¹⁵

Estimaten för de olika storleksklasserna skattas i relation till små företag (10–49 anställda). Vi kan observera positiva och statistiskt signifikanta estimat för både medelstora och stora företag. Estimatet för medelstora företag är ca. 0,06, vilket indikerar att medelstora företag har en 6 procentenheter högre sannolikhet att använda AI jämfört med små företag. Motsvarande estimat för stora företag indikerar att de har en 24 procentenheter högre sannolikhet att använda AI jämfört med små företag.

Estimaten per sektor skattas i relation till tjänsteföretag¹⁶ och endast två av dessa är statistiskt signifikanta. Estimatet för energisektorn indikerar att företag inom denna sektor har en 6,4 procentenheter högre sannolikhet att använda AI jämfört med tjänsteföretag. Detta estimat är dock endast statistiskt signifikant på 10-procentsnivån (p -värde $<0,1$). Estimatet för IKT-sektorn indikerar att det är den sektor inom vilken företag är mest sannolika att använda AI (12,2 procentenheter), vilket också är i linje med resultaten i OECD (2022).

Vidare undersöker vi om sannolikheten att använda AI skiljer åt beroende på vilken region företagen är verksamma i. Vi jämför sannolikheten i respektive region med sannolikheten i Stockholmsregionen. Samtliga av dessa estimat är negativa, vilket indikerar att sannolikheten för AI-användning är lägre utanför Stockholmsregionen. Dock är endast estimatet för Sydsverige signifikant på 5-procentsnivån (p -värde $<0,05$). Detta estimat indikerar att sannolikheten att företag i Sydsverige använder AI är 4,3 procentenheter lägre jämfört med företag i Stockholm. Estimaten för regionen kring Småland samt Västsverige är också statistiskt signifikanta men endast på 10-procentsnivån (p -värde $<0,1$).

Avslutningsvis inkluderas även ett antal variabler som undersöker hur AI-användning varierar med de anställdas utbildningsnivå, genomsnittliga lön och ålder, samt könsfördelningen på företagen. Vi kan observera statistiskt signifikanta och positiva samband mellan sannolikheten att använda AI och de anställdas utbildnings- respektive lönenivå. Estimatet för variabeln andel med postgymnasial utbildning indikerar att en 0,1 (10 procentenheter) högre andel anställda med minst två års postgymnasial utbildning är förenat med en ca. 2,6 procentenheter högre sannolikhet att företagen använder AI. På motsvarande sätt indikerar estimatet kopplat till lönenivå att en 10 000 kr högre genomsnittlig årslön per anställd är förknippat med en 0,105 procentenheter högre sannolikhet för AI-användning ($100 \cdot 0,00000105 = 0,000105$). Varken åldersstrukturen eller könsfördelningen på företagen har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning.

Sammanfattningsvis tyder resultaten i Tabell 3 på att medelstora - och framförallt stora - företag är mer sannolika att använda AI, vilket är i linje med OECD (2022) och med vad vi observerade i Figur 1 och Tabell 2. Uppbrutet per sektor indikerar resultaten att företag inom IKT-sektorn följt av energisektorn är mest sannolika att använda AI. Vidare finner

¹⁵ Se Bilaga 1 för Tabell 3 och Bilaga 2 för Tabell 4.

¹⁶ Avser sektor "Andra tjänsteföretag" som innehåller SNI2007 69–74, 77–82 samt 95.1. Se SCB (2020:1).

vi indikationer på att sannolikheten att företag använder AI är lägre i flertalet regioner jämfört med företag i Stockholmsregionen. Detta tycks framförallt gälla företag i Sydsverige. Avslutningsvis kan vi även notera att sannolikheten för AI-användning tycks öka med företagens genomsnittliga utbildnings- och lönenivå.

Tabell 3. Sannolikhet för AI-användning, år 2019.

Variabler	P(AI-användning)
Storleksklass	
Mikro	-0.0196 (0.0137)
Medelstora	0.0640*** (0.0120)
Stora	0.236*** (0.0162)
Övriga	
Andel min 2 år postgym. utb.	0.256*** (0.0319)
Andel STEM-utb.	0.00927 (0.0307)
Genomsnittslön	1.05e-05*** (3.16e-06)
Genomsnittsålder	-0.000956 (0.000873)
Andel kvinnor	-0.0174 (0.0271)
Constant	0.000487 (0.0431)
Kontroll för sektor	Ja
Kontroll för region	Ja
Observationer	3,665

Not. Linjär sannolikhetsmodell. Beroende variabel: Indikatorvariabel för AI-användning. Variabler för storleksklass skattas i relation till små företag (10–49 anställda), variabler för sektor skattas i relation till tjänsteföretag, och variabler för region skattas i relation till region Stockholm. Genomsnittslön mäts i 100-tals kronor. Robusta standardfel inom parentes. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Se bilaga 1 för fullständig tabell.

I Tabell 4 presenteras motsvarande skattningar för respektive användningsområde inom AI (se även Figur 2 för användningsområden). Vad gäller estimaten för respektive storleksklass kan vi återigen notera ett positivt samband mellan företagens storlek och sannolikheten för AI-användning. Resultaten indikerar dock att medelstora företag

förefaller vara som mest sannolika att använda AI för att förbättra existerande produkter och/eller tjänster, medan stora företag istället är som mest sannolika att använda AI för att utveckla eller förbättra interna processer.

Resultaten per sektor indikerar att företag inom IKT har störst sannolikhet att använda AI oavsett användningsområde. Den högsta skattade sannolikheten återfinns inom användningsområdet som innefattar utvecklande av en ny produkt eller tjänst (14,3 procentenheter). Vidare kan vi bland annat notera att estimaten för företag inom fastighetssektorn indikerar att sådana företag har en lägre sannolikhet att använda AI för att både utveckla nya produkter/tjänster och för att förbättra en redan existerande produkt/tjänst, jämfört med basfallet (andra tjänsteföretag). Det senare gäller även företag inom byggsektorn. Gällande resultaten för respektive region finner vi återigen mestadels negativa estimat, vilket indikerar att sannolikheten för AI-användning är lägre utanför Stockholm. Likt tidigare är dock inte samtliga regionsestimat statistiskt signifikanta. Skillnaderna jämfört med Stockholm tycks vara som störst inom användningsområdena som innefattar kundkännedom och framförallt utvecklandet/förbättrandet av interna processer.

Skattningarna i Tabell 4 indikerar även att en högre genomsnittlig utbildningsnivå ökar sannolikheten för AI-användning inom samtliga användningsområden, men framförallt för utvecklandet av nya – eller förbättrandet av existerande – produkter/tjänster. Vi finner återigen ett positivt samband mellan genomsnittslönen och AI-användning men estimaten är enbart statistiskt signifikanta på 5-procentsnivån för två av fem användningsområden.

De anställdas ålder har i tre av fem fall inget statistiskt signifikant samband med sannolikheten att använda AI. Undantagen är användningsområdet kopplat till ökad kundkännedom samt användningsområdet som innefattar annan AI-användning. För det första av dessa användningsområden finner vi ett negativt samband mellan genomsnittsålder och AI-användning medan det motsatta gäller för det andra användningsområdet. Det senare estimatet är dock enbart statistiskt signifikant på 10-procentsnivån (p -värde $<0,1$).

Tabell 4. Sannolikhet för AI-användning, år 2019. Efter användningsområde.

Variabler	Kundkännedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
Storleksklass					
Mikro	-0.00844 (0.0102)	-0.00728 (0.0109)	-0.0163 (0.0113)	-0.00247 (0.0100)	0.00148 (0.00555)
Medelstora	0.0357*** (0.00941)	0.0348*** (0.00893)	0.0505*** (0.0103)	0.0482*** (0.00911)	0.0103** (0.00481)
Stora	0.156*** (0.0145)	0.134*** (0.0137)	0.163*** (0.0147)	0.179*** (0.0147)	0.0378*** (0.00835)
Övriga					
Andel min 2 år postgym. utb.	0.143*** (0.0277)	0.182*** (0.0286)	0.195*** (0.0312)	0.145*** (0.0265)	0.0475*** (0.0136)
Andel STEM-utb.	-0.0217 (0.0243)	0.0596** (0.0254)	0.0122 (0.0274)	-0.0394 (0.0249)	0.0129 (0.0127)
Genomsnittslön	9.75e-06*** (2.64e-06)	8.36e-06* (4.66e-06)	9.60e-06* (5.21e-06)	1.02e-05*** (2.70e-06)	1.05e-06 (1.15e-06)
Genomsnittsålder	-0.00169** (0.000726)	-0.000894 (0.000669)	-0.000938 (0.000779)	-0.000584 (0.000675)	0.000556* (0.000302)
Andel kvinnor	0.0177 (0.0224)	-0.00992 (0.0207)	-0.0121 (0.0238)	-0.0207 (0.0208)	-0.00965 (0.00872)
Constant	0.0344 (0.0373)	-0.0337 (0.0334)	0.00212 (0.0382)	0.00360 (0.0349)	-0.0367** (0.0159)
Kontroll för sektor	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Observationer	3,434	3,416	3,482	3,428	3,240

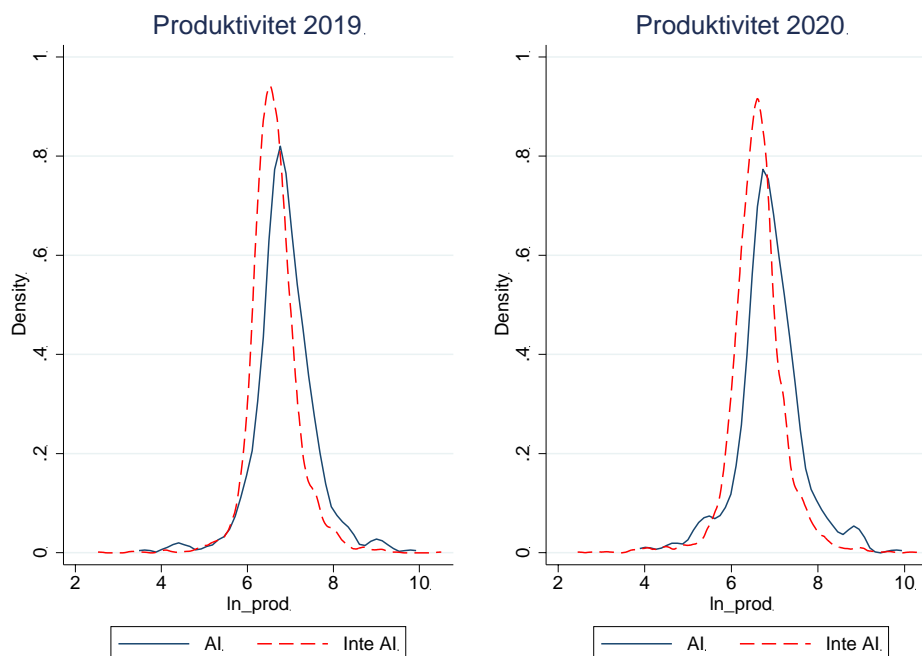
Not. Linjär sannolikhetsmodell. Beroende variabel: Indikatorvariabler för AI-användning inom respektive användningsområde. Variabler för storleksklass skattas i relation till små företag (10–49 anställda), variabler för sektor skattas i relation till tjänsteföretag, och variabler för region skattas i relation till region Stockholm. Genomsnittslön mäts i 100-tals kronor. Robusta standardfel inom parentes. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Se bilaga 2 för fullständig tabell.

4. Samband mellan AI-användning och produktivitet

I detta avsnitt studerar vi om det finns ett samband mellan företagens AI-användning och produktivitet genom att skatta den empiriska modellen i ekvation (2) ovan (avsnitt 2.3.2). Notera att likt i avsnitt 3.2 används inte vikter i detta avsnitt utan analysen innefattar företagen som ingår i vårt datamaterial. För att få en initial uppfattning om eventuella skillnader i produktivitet mellan AI-användande företag och icke-AI-användande företag studerar vi hur produktivitetens fördelning ser ut år 2019 och 2020. Dessa fördelningar visualiseras i Figur 5 nedan.

Det är noterbart att produktivitetens fördelning för AI-användande företag (heldragna linjen) är något förskjuten åt höger jämfört med fördelningen för företag som inte använder AI (streckade linjen), och att detta gäller för både år 2019 och 2020. Således tenderar företag som använder AI att i regel ha en något högre produktivitet än företag som inte använder AI. Dessa observerbara produktivitetsskillnader kan dock förklaras av andra faktorer än själva AI-användandet. Till exempel kan skillnader vad gäller region, sektor och företagsstorlek förklara skillnader i produktivitet. För att studera sambandet mellan AI-användning och produktivitet behöver vi kontrollera för andra faktorer som samvarierar med AI-användning och kan påverka företagens produktivitet, vilket vi gör nedan.

Figur 5. Produktivitetens fördelning år 2019 och 2020. Företag som använder AI vs. inte använder AI.



Not. Fördelningar för ln(förädlingsvärde per anställd), år 2019 och 2020. Antal obs. 2019: 3 596 (459 AI-användning). Antal obs. 2020: 3 563 (450 AI-användning).

4.1 Huvudresultat

I Tabell 5 skattas sambandet mellan företagens AI-användning år 2019 och deras produktivitet år 2020. I den första kolumnen inkluderas inga kontrollvariabler medan kolumn 2–3 inkluderar kontrollvariabler för företagens sektor, region, antal anställda, utbildningsnivå, lönenivå och de anställdas genomsnittsålder. I den sista kolumnen (kolumn 4) inkluderas även en kontrollvariabel för företagens produktivitetsnivå år 2014. Av utrymmesskäl presenteras inte estimat för sektor och region. Fullständiga regressionstabeller återfinns som bilagor i slutet av rapporten.

Utan kontrollvariabler (kolumn 1) indikerar estimatet för AI-användning att företag som använder AI under år 2019 har en 27,9 procent högre produktivitet under år 2020 jämfört med företag som inte använder AI. När kontrollvariabler inkluderas (kolumn 2) indikerar estimatet istället att AI-användning är förknippat med en produktivitetsökning av storleken 9,1 procent i relation till icke-användande företag. I kolumn 3 exkluderar vi även outliers (företag med extremt hög eller låg produktivitet) och AI-estimatet minskar då till 7,8 procent men är fortsatt statistiskt signifikant.¹⁷ I kolumn 4 kontrollerar vi även för produktivitetsskillnader mellan företagen under år 2014 och estimatets storlek minskar då till ca. 7 procent. Vad gäller kontrollvariablerna kan vi bland annat observera att en högre utbildningsnivå bland de anställda är förknippat med en högre produktivitet.

¹⁷ Outliers definieras som företagsobservationer under/över den 1a respektive 99e percentilen i produktivitetsfördelningen för år 2019–2020. Totalt exkluderas ca 2 procent (145/7 296) av observationerna år 2019–2020.

Tabell 5. Samband mellan AI-användning och produktivitet.

Variabler	1	2	3	4
AI-anv.	0.279***	0.0910***	0.0784***	0.0694***
	(0.0360)	(0.0345)	(0.0296)	(0.0243)
Övriga				
Storlek	-	-1.82e-05	-5.33e-06	-1.51e-05*
	-	(1.45e-05)	(9.13e-06)	(8.87e-06)
Andel min 2 år postgym. utb.	-	0.427***	0.423***	0.232***
	-	(0.110)	(0.113)	(0.0643)
Andel STEM-utb.	-	0.261***	0.197***	0.141***
	-	(0.0682)	(0.0658)	(0.0416)
Genomsnittslön	-	6.59e-05	5.80e-05	3.26e-05
	-	(4.20e-05)	(4.51e-05)	(2.67e-05)
Genomsnittsålder	-	0.00465	0.00532*	0.000966
	-	(0.00293)	(0.00272)	(0.00170)
Produktivitet 2014	-	-	-	0.480***
	-	-	-	(0.0400)
Constant	6.615***	6.340***	6.447***	3.561***
	(0.0110)	(0.214)	(0.136)	(0.258)
Kontroll för sektor	Nej	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Nej	Ja	Ja	Ja
Exkl. outliers	Nej	Nej	Ja	Ja
Observationer	3,528	3,523	3,432	3,120
R-squared	0.021	0.271	0.284	0.489

Not: Beroende variabel: ln(förädlingsvärde per anställd). Variabeln för AI-användning är en indikatorvariabel som är 1 för företag som använder AI under år 2019 och 0 för företag som inte använder AI under år 2019. Inkluderar även kontrollvariabler för företagets sektor samt region. Robusta standardfel inom parentes. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Se bilaga 3 för fullständig tabell.

Resultaten i Tabell 5 ovan indikerar att AI-användning generellt har ett positivt samband med företagets produktivitet. Sambandet mellan AI-användning och produktiviteten kan dock variera med företagets ursprungliga produktivetsnivå (se t.ex. Schubert m.fl., 2022). Till exempel kan AI ha en större betydelse för produktiviteten bland företag som ursprungligen har en låg produktivitet, eller tvärtom. I Tabell 6 undersöker vi detta genom att skatta sambandet mellan AI och produktivitet inom olika kvantiler (percentilgrupper) över produktivetsfördelningen. Notera att dessa skattningar bygger på samma specifikation som – och således kan jämföras med – den fjärde kolumnen i Tabell 5 ovan. Den första kolumnen i Tabell 6 inkluderar skattningarna för företag som har en produktivitet upp till den 25e percentilen i produktivetsfördelningen för år 2019

(0–25). På motsvarande sätt inkluderar kolumnerna 2–4 skattningar för företag med en produktivitet inom percentilerna 25–50, 50–75 samt 75–100.

För de två grupperna av företag med lägst produktivitet år 2019 (0–25 och 25–50) är estimaten för AI-användning negativa men inte statistiskt signifikanta. Estimatet för företag med en produktivitet inom percentilerna 50–75 är positivt men inte heller statistiskt signifikant. För gruppen av företag med högst produktivitet år 2019 (75–100) erhåller vi ett positivt och statistiskt signifikant estimat som tyder på ett positivt samband mellan AI-användning år 2019 och produktiviteten året därefter. Detta estimat indikerar att AI-användande företag inom denna grupp ökade sin produktivitet med ca. 9,5 procent i relation till icke-användande företag.

Överlag tyder resultaten i Tabell 6 på att det positiva sambandet mellan AI-användning och produktivitet som vi observerade i Tabell 5 främst drivs av företag som även hade en hög produktivitet år 2019, d v s parallellt med att de uppgav att de använde AI. Vi finner även att andelen företag som använder AI ökar med produktivetsnivån; i gruppen 0–25 är andelen knappt 6 procent och i gruppen 75–100 är andelen drygt 21 procent.¹⁸

¹⁸ Sammantaget kan detta tyda på att våra resultat i Tabell 5 åtminstone delvis drivs av en omvänd kausalitet mellan AI-användning och produktivitet. Notera att detta kan vara fallet trots att vi kontrollerar för produktivitetsskillnader år 2014. Detta eftersom produktivetsutvecklingen kan ha varit annorlunda bland AI-användande respektive icke-användande företag under de efterföljande åren. Vi diskuterar omvänd kausalitet och möjliga lösningar mer utförligt i avsnitt 4.2.

Tabell 6. Samband mellan AI-användning och produktivitet. Över produktivetsfördelningen.

Variabler	0–25	25–50	50–75	75–100
AI-anv.	-0.0374	-0.00696	0.0114	0.0946**
	(0.0535)	(0.0404)	(0.0223)	(0.0385)
Övriga				
Storlek	-1.31e-05	9.59e-06	2.94e-06	-4.76e-05***
	(1.65e-05)	(1.09e-05)	(5.07e-06)	(1.70e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.0743	-0.0123	0.0189	0.00891
	(0.0940)	(0.0666)	(0.0634)	(0.0696)
Andel STEM-utb.	0.108	0.126***	0.0672*	-0.0475
	(0.0663)	(0.0478)	(0.0369)	(0.0590)
Genomsnittslön	8.04e-05***	4.18e-06	2.73e-05*	8.68e-05***
	(2.11e-05)	(2.75e-06)	(1.42e-05)	(1.29e-05)
Genomsnittsålder	0.000287	-0.000507	-0.00211	-0.00227
	(0.00193)	(0.00186)	(0.00217)	(0.00317)
Produktivitet 2014	0.125***	0.0857***	0.160***	0.276***
	(0.0368)	(0.0304)	(0.0310)	(0.0650)
Constant	5.001***	6.061***	6.024***	4.343***
	(0.242)	(0.220)	(0.275)	(0.410)
Kontroll för sektor	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Ja	Ja	Ja	Ja
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja
Observationer	732	784	804	800
R-squared	0.205	0.118	0.114	0.319

Not: Beroende variabel: ln(förädlingsvärde per anställd). Variabeln för AI-användning är en indikatorvariabel som är 1 för företag som använder AI under år 2019 och 0 för företag som inte använder AI under år 2019. Kolumnerna representerar percentilintervallen 0–25, 25–50, 50–75 samt 75–100 över produktivetsfördelningen år 2019. Inkluderar även kontrollvariabler för företagets sektor samt region. Robusta standardfel inom parentes. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Se bilaga 4 för fullständig tabell.

I Tabell 7 presenteras skattade samband mellan produktivitet och AI-användning inom respektive användningsområde. För varje användningsområde konstrueras en indikatorvariabel som antar värdet 1 om företag uppger att de använt AI inom det användningsområdet och värdet 0 om företag uppger att de inte använt AI alls (inget användningsområde). Således är dessa indikatorvariabler delvis överlappande eftersom företag kan ha tillämpat AI inom flera användningsområden samtidigt.¹⁹

¹⁹ Som ett alternativ väljer vi att avgränsa analysen till företag som endast använt AI inom ett användningsområde. Dessa resultat är tillgängliga på begäran men diskuteras i avsnitt 4.2 nedan.

Vi kan notera att tre av fem estimat för de olika användningsområdena är statistiskt signifikanta (p -värde $<0,05$). Estimatet för användningsområdet som innefattar förbättrad kundkänedom indikerar att sådana företag i genomsnitt har en 8,2 procent högre produktivitet i relation till icke-användande företag. Vidare indikerar estimatet för användningsområdet som innefattar utvecklande/förbättrade av interna processer att företag som använder AI inom detta område har en 9,3 procent högre produktivitet år 2020 jämfört med företag som inte använder AI överhuvudtaget. Avslutningsvis är estimatet för användningsområdet kopplat till förbättrande av en existerande produkt eller tjänst av storleken 6,6 procent.

Tabell 7. Samband mellan AI-användning och produktivitet. Efter användningsområde.

Variabler	Kundkänedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
AI-anv.	0.0821** (0.0330)	0.0507* (0.0288)	0.0655** (0.0300)	0.0926*** (0.0354)	0.0407 (0.0452)
Övriga					
Storlek	-1.22e-05 (8.82e-06)	-1.37e-05* (8.09e-06)	-1.05e-05 (7.33e-06)	-2.20e-05 (1.49e-05)	-2.25e-05 (1.45e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.225*** (0.0644)	0.0305 (0.0404)	0.0444 (0.0417)	0.245*** (0.0656)	0.0158 (0.0431)
Andel STEM-utb.	0.173*** (0.0442)	0.0293 (0.0306)	0.0254 (0.0305)	0.158*** (0.0431)	0.0451 (0.0322)
Genomsnittslön	3.12e-05 (2.65e-05)	0.000139*** (1.01e-05)	0.000139*** (1.03e-05)	3.06e-05 (2.60e-05)	0.000144*** (1.15e-05)
Genomsnittsålder	0.000875 (0.00171)	-0.00332** (0.00130)	-0.00311** (0.00132)	0.000934 (0.00167)	-0.00336** (0.00133)
Produktivitet 2014	0.469*** (0.0410)	0.398*** (0.0331)	0.391*** (0.0346)	0.475*** (0.0413)	0.392*** (0.0345)
Constant	3.675*** (0.264)	3.898*** (0.228)	3.920*** (0.237)	3.594*** (0.266)	3.883*** (0.231)
Kontroll för sektor	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Observationer	2,927	2,909	2,964	2,923	2,775
R-squared	0.481	0.534	0.528	0.482	0.520

Not: Beroende variabel: $\ln(\text{förädlingsvärde per anställd})$. Variabler för AI-användning antar värdet 1 för företag som använder AI inom det användningsområdet (och möjligen andra användningsområden) år 2019 och värdet 0 för företag som inte använder AI alls under år 2019. Inkluderar även kontrollvariabler för företagets sektor samt region. Outliers är exkluderade. Robusta standardfel inom parentes. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Se bilaga 5 för fullständig tabell.

Sammanfattningsvis indikerar våra huvudresultat i detta avsnitt på att företag som använder AI under år 2019 har en ca. 7 procent högre produktivitet under år 2020 jämfört med företag som inte använder AI. Detta positiva samband tycks framförallt förklaras av

företag som hade en hög produktivitet år 2019, d v s som hade en hög produktivitet parallellt med att de uppgav att de använde AI. När AI inom respektive användningsområde studeras finner vi att AI-användning för att förbättra kundkännedom samt för att utveckla/förbättra interna processer är starkast förknippat med en högre produktivitet.

4.2 Käslighetsanalyser

I detta avsnitt genomför vi ett flertal känslighetsanalyser. Syftet med dessa är att undersöka hur robusta (känsliga) våra resultat är för andra variabeldefinitioner och modellspecifikationer. Den första delen studerar om sambandet mellan AI-användning och produktivitet varierar med antalet användningsområden och beroende på om AI endast används inom ett specifikt område. Den andra delen diskuterar omvänd kausalitet och potentiella lösningar.

4.2.1 Användningsområden

En utmaning är att vi endast kan observera om företagen använde AI eller inte under år 2019. Vi vet således varken AI-användningens omfattning eller hur länge företagen har använt AI. Vissa företag kan ha börjat använda AI under år 2019 i samband med att de svarade på enkäten medan andra företag kan ha använt AI sedan flera år dessförinnan. Vi kan dock identifiera inom hur många användningsområden företagen har tillämpat AI under år 2019, vilket medför en variation i företagens AI-användning. Vi nyttjar denna variation som en känslighetsanalys i Tabell 8 nedan. Om det positiva sambandet blir starkare med mer omfattande AI-användning, d v s fler användningsområden, stärker det hypotesen om ett positivt samband och kan samtidigt tala för hypotesen om ett orsakssamband.

Kolumnerna i Tabell 8 jämför stegvis företag som uppgett 1–4 användningsområden med företag som inte använt AI alls under år 2019.²⁰ För företag med 1–3 användningsområden kan vi observera att det skattade sambandet ökar i storlek med antalet användningsområden – från ca. 3 procent till ca. 5,9 procent. Dock är inget av dessa estimat statistiskt signifikanta. För företag som uppger att de har använt AI inom fyra användningsområden är estimatet ca. 8,8 procent och statistiskt signifikant. Sammanfattningsvis utgör resultaten i Tabell 8 en indikation på att det finns ett positivt samband mellan antalet användningsområden och företagens produktivitet, men estimaten för företag med 1–3 användningsområden är inte statistiskt signifikanta.

²⁰ Vi exkluderar företag som har uppgett fem användningsområden. Endast tre företag uppger att de har använt AI inom samtliga fem användningsområden, vilket innebär en stor osäkerhet i skattningens precision för denna grupp.

Tabell 8. Samband mellan AI-användning och produktivitet. Efter antal användningsområden.

Variabler	1	2	3	4
AI - 1 område	0.0309			
	(0.0324)			
AI - 2 områden		0.0485		
		(0.0385)		
AI - 3 områden			0.0592	
			(0.0574)	
AI - 4 områden				0.0875**
				(0.0429)
Övriga				
Storlek	-2.18e-05	-1.44e-05	-8.73e-06	-1.98e-05
	(1.46e-05)	(1.32e-05)	(7.56e-06)	(1.39e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.0200	0.204***	0.0299	0.0296
	(0.0420)	(0.0604)	(0.0435)	(0.0424)
Andel STEM-utb.	0.0439	0.158***	0.0452	0.0386
	(0.0316)	(0.0409)	(0.0319)	(0.0318)
Genomsnittslön	0.000140***	2.75e-05	0.000146***	0.000140***
	(1.15e-05)	(2.38e-05)	(1.12e-05)	(1.06e-05)
Genomsnittsålder	-0.00307**	0.000999	-0.00373***	-0.00313**
	(0.00134)	(0.00163)	(0.00133)	(0.00131)
Produktivitet 2014	0.400***	0.488***	0.375***	0.394***
	(0.0338)	(0.0400)	(0.0354)	(0.0341)
Constant	3.842***	3.543***	4.010***	3.913***
	(0.228)	(0.261)	(0.239)	(0.232)
Kontroll för sektor	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Ja	Ja	Ja	Ja
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja
Observationer	2,886	2,819	2,802	2,798
R-squared	0.519	0.479	0.513	0.530

Not. Beroende variabel: ln(förädlingsvärde per anställd). Respektive variabel för AI-användning antar värdet 1 för företag som uppger 1–4 användningsområden, och värdet 0 för företag som inte använder AI alls under år 2019. Antalet företag som uppger ett, två, tre samt fyra användningsområden uppgår till 155, 89, 71 respektive 68 st. Inkluderar även kontrollvariabler för företagens sektor samt region. Outliers är exkluderade. Robusta standardfel inom parentes. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Se bilaga 6 för fullständig tabell.

Som ytterligare ett sätt att undersöka om antalet användningsområden har betydelse för produktiviteten ersätts indikatorvariabeln för AI-användning i vår huvudsakliga empiriska specifikation (Tabell 5, kolumn 4) med en indikatorvariabel för antalet användningsområden. Denna indikatorvariabel antar värdet 1 för företag som använt AI inom minst två användningsområden och värdet 0 för företag som har använt AI inom ett användningsområde. Estimatet för denna variabel indikerar således om sambandet mellan AI-användning och företagets produktivitet varierar beroende på om AI har tillämpats inom ett eller flera användningsområden. Resultaten från denna skattning är tillgängliga på begäran. Det skattade punktestimatet är positivt, vilket utgör en indikation på att företag med AI inom fler än ett användningsområde i genomsnitt har en högre produktivitet, men estimatet är inte statistiskt signifikant.

I Tabell 7 undersökte vi betydelsen av respektive användningsområde genom att konstruera indikatorvariabler som antog värdet 1 för företag som har angett ett visst användningsområde. Dessa är dock delvis överlappande eftersom vissa företag har använt AI inom flera användningsområden samtidigt.²¹ Således utgör inte dessa estimat det skattade sambandet för varje användningsområde enskilt. Som en känslighetsanalys väljer vi istället att studera företag som har angett att de använder AI inom endast ett användningsområde. Detta medför att skattningarna dels blir mer restriktiva eftersom företag som tillämpat AI inom fler än ett användningsområde exkluderas och dels att skattningarnas precision kan minska till följd av färre observationer (färre antal företag inom respektive användningsområde). Även dessa resultat är tillgängliga på begäran. Inget av estimaten för respektive användningsområde enskilt är statistiskt signifikanta. Vi kan således inte observera något statistiskt signifikant samband mellan AI-användning inom respektive användningsområde enskilt och företagets produktivitet.

I Tabell 7 fann vi positiva och statistiskt signifikanta samband vad gäller användningsområdena förbättrad kundkänedom, förbättring av existerande produkt/tjänst, samt utvecklande/förbättrande av interna processer. Dessa resultat i kombination med icke-signifikanta estimat för varje användningsområde enskilt kan tala för att det främst är kombinationen av AI-användning mellan flera, specifika områden samtidigt som har ett positivt samband med företagets produktivitet.

4.2.2 Omvänd kausalitet

Vi har tidigare diskuterat att en empirisk utmaning är att det kan finnas en omvänd kausalitet mellan företagets AI-användning och produktivitet, vilket gör det svårt att identifiera en eventuell effekt av AI-användning på produktiviteten. Ett problem är även att vi endast har information om företagets AI-användning under år 2019. Givet begränsningar kring det datamaterial som vi har tillgång till har vi försökt minska risken för en sådan omvänd kausalitet genom att skatta sambandet mellan företagets AI-användning år 2019 och produktivitet år 2020 samtidigt vi kontrollerar för företagets produktivitet år 2014 (se avsnitt 2.3.2).

²¹ Vi studerar även kombinationen av användningsområden genom att konstruera en korrelationsmatris (se bilaga 7). Den vanligaste kombinationen (starkast korrelation) är användningsområdena "förbättra existerande produkt/tjänst" och "utveckla ny produkt/tjänst". Vi observerar också att företag som angett att de använder AI till "annat" i mycket liten utsträckning även använder AI inom något av de fyra andra användningsområdena.

Eftersom vi saknar information om när företagen började använda AI är det dock inte uppenbart för vilket år som kontrollvariabeln för företagets produktivitet bör inkluderas. Som en känslighetsanalys ersätter vi därför stegvis produktivetsvariabeln för år 2014 med motsvarande variabler för år 2015–2018 i vår empiriska huvudmodell (Tabell 5, kolumn 4).²² Resultaten från dessa skattningar presenteras i Bilaga 8.

När vi kontrollerar för produktiviteten år 2015 istället för år 2014 minskar estimatet för AI-användning från ca. 7 procent till ca. 5,7 procent men är fortsatt statistiskt signifikant. Även när vi på motsvarande sätt kontrollerar för produktiviteten år 2016–2018 är estimatet för AI-användning statistiskt signifikant och varierar mellan 4,9–5,2 procent. Avslutningsvis kan vi observera att estimaten för produktivetsvariabeln är positiva och statistiskt signifikanta samtliga år. Detta är förväntat och innebär att det finns ett positivt samband mellan företagens produktivetsnivåer över tid (autokorrelation).

Sammanfattningsvis finner vi ett positivt och statistiskt signifikant samband mellan företagets AI-användning år 2019 och produktivitet 2020 när vi håller ursprunglig produktivitet under år 2014–2018 konstant. Detta talar för att det är sannolikt att användningen av AI bidrar till att höja företagets produktivitet. Men eftersom vi endast har information om AI-användning under år 2019 – och således inte vet hur länge företagen har använt AI – bör resultaten tolkas med försiktighet och betraktas som indikativa.

²² Vi kontrollerar inte för produktivitet år 2019, d v s samma år som företagen uppgett att de använde AI, eftersom risken för omvänd kausalitet är uppenbar.

5. Slutsatser och diskussion

Denna rapport har nyttjat mikrodata över svenska företag i kombination med ekonometrisk analys för att besvara två frågeställningar kring de svenska företagens AI-användning. Genom att estimeras en linjär sannolikhetsmodell har vi undersökt vilka faktorer som har ett samband med sannolikheten att företag använder AI. Genom att skatta en regressionsmodell som inkluderar en rad kontrollvariabler för bl.a. företagens ursprungliga produktivetsnivå har vi undersökt sambandet mellan AI-användning och företagets produktivitet.

Rapportens slutsatser sammanfattas i följande punkter

- Sannolikheten att ett företag använder AI ökar ju fler anställda företaget har. Våra resultat indikerar att stora företag (minst 250 anställda) har en 24 procentenheter högre sannolikhet att använda AI jämfört med små företag (10–49 anställda). AI-användning förefaller således betydligt vanligare bland stora företag än bland små företag.
- En jämförelse mellan sektorer indikerar att företag som är verksamma inom IKT-sektorn har störst sannolikhet att använda AI. En motsvarande jämförelse mellan regioner indikerar att företag inom Stockholmsregionen har en högre sannolikhet för AI-användning jämfört med företag inom vissa andra regioner.
- En högre lönenivå och utbildningsnivå bland företagens anställda tycks vara förknippat med en högre sannolikhet att ett företag använder AI.
- Den empiriska huvudmodellen skattar sambandet mellan företagets AI-användning år 2019 och produktivitet år 2020 genom att kontrollera för en rad faktorer inklusive företags ursprungliga produktivetsnivå år 2014. Resultaten från denna modell indikerar att företag som använder AI under år 2019 har en 7 procent högre produktivitet år 2020 i relation till icke-användande företag.
- I huvudmodellen drivs det positiva sambandet mellan AI-användning och produktivitet av företag som hade en hög produktivitet under år 2019 – alltså parallellt med att de uppgav att de använde AI. Vi finner inget positivt och statistiskt signifikant samband bland företag som hade en låg eller medelhög produktivitet under år 2019.
- I syfte att försöka hantera ett eventuellt omvänt samband mellan AI-användning och produktivitet inkluderas kontrollvariabler för företagets ursprungliga produktivitet andra år än 2014. Vi finner att sambandet mellan AI-användning 2019 och produktivitet 2020 är fortsatt positivt och statistiskt signifikant när vi kontrollerar för initiala skillnader i produktivitet under år 2015–2018.

Sammanfattningsvis identifierar vi ett antal faktorer som har ett statistiskt signifikant samband med sannolikheten för AI-användning. Ett stort antal anställda samt en hög löne- och utbildningsnivå tycks utmärkande för företag som använder AI. Vidare finner vi att AI-användningen bland svenska företag till en ganska stor del förefaller vara koncentrerad till IKT-sektorn samt Stockholmsregionen. Våra resultat gällande sambandet mellan AI-användning och produktivitet utgör en indikation på att användandet av AI kan bidra till att höja företagets produktivitet. Vi finner även indikationer på att sambandet är starkare bland företag som tillämpar AI inom flera

användningsområden. Ur ett teoretiskt perspektiv kan användning av AI vara produktivitetshöjande på flera sätt. Till exempel kan AI effektivisera ett företags produktions- och rekryteringsprocesser samt leda till nya innovationer. Vår analys omfattar endast svenska företag men ligger väl i linje med vad tidigare studier funnit för företag i andra länder. Till exempel har internationella studier funnit indikationer på ett positivt samband mellan AI-användning och produktivitet (Czarnitzki m.fl., 2022; OECD, 2022) samt att AI-användning är särskilt vanligt bland stora företag och inom IKT-sektorn (OECD, 2022).

Den här rapporten är inte utan begränsningar. Enkätundersökningen gällande företagens IT-användning innehåller bara information om AI-användning under år 2019, vilket medför att vi varken kan identifiera hur länge företagen har använt AI eller användandets omfattning. Ett problem med det är att vi inte kan utesluta att det inte finns ett omvänt samband mellan AI-användning och produktivitet – exempelvis att högre produktivitet leder till AI-användning. Vi kan således inte med säkerhet fastställa hur orsakssambandet ser ut. Analysen inkluderar kontrollvariabler för företagens historiska produktivitetsnivå med syftet att försöka hantera detta potentiellt omvända orsakssamband. Men resultaten ska tolkas med försiktighet och snarare ses som indikativa. Det behöver också understrykas att analysen bygger på företag med minst 10 anställda och att vi därför inte studerar AI-användandet och dess samband med produktiviteten bland mindre företag. Trots att rapporten bygger på ett slumpmässigt urval av företag med minst 10 anställda är det värt att poängtera att resultaten inte nödvändigtvis är representativa för hela företagspopulationen inom detta storleksintervall, eftersom samtliga tillfrågade företag inte svarat på enkäten. Avslutningsvis kan AI-användandets omfattning, dess områden och samband med produktiviteten se annorlunda ut idag än år 2019 som enkäten avsåg.

Mot bakgrund av ovanstående begränsningar vill vi ge ett antal rekommendationer kring framtida datainsamling över företagens AI-användning:

- För det första vore det av stor betydelse om företagen inte endast fick uppge huruvida de använder AI utan också när de påbörjade sin AI-användning.
- För det andra vore det av intresse att veta hur omfattande företagens AI-användande är, och även intressant med mer ingående frågor kring vilka syften företagen har med sin AI-användning. Till exempel skulle företagen kunna gradera omfattningen av sin AI-användning samt ange om syftet är att öka produktiviteten.
- För det tredje är det viktigt att frågornas utformning är konsekvent över tid eftersom det gör det möjligt att konstruera longitudinella data över AI-användningens utveckling och betydelse.
- För det fjärde vore det betydelsefullt att följa samma företag över tid.
- Avslutningsvis vore det av intresse att undersöka AI-användningen bland mikroföretag med 1–9 anställda, eftersom de är en betydande andel av företagspopulationen och tidigare studier har konstaterat att deras AI-användning kan vara omfattande (OECD, 2022).

Givet att mer detaljerad och omfattande data kring AI-användning finns tillgänglig skulle framtida forskning kunna ha ambitionen att skatta det kausala sambandet mellan AI och de svenska företagens produktivitet, samt undersöka hur sambandet ser ut bland mikroföretag. Vidare vore det även av intresse att studera om sambandet mellan AI-

användning och produktiviteten påverkas av företagens tillgång till komplementära tillgångar, vilket OECD (2022) har konstaterat varit fallet i andra länder. Givet att longitudinella data över AI-användning finns vore det även intressant att studera om sambandet varierar över tid.

I rapporten har vi definierat företagets produktivitet som förädlingsvärdet per anställd (arbetsproduktivitet), vilket är ett partiellt mått eftersom det enbart tar hänsyn till en produktionsfaktor (arbete). Framtida studier skulle som ett komplement kunna använda andra produktivetsmått, t.ex. produktivetsmättet TFP (total faktorproduktivitet). Till skillnad från arbetsproduktivitet beaktar TFP även företagets kapitalanvändning (Tillväxtanalys, 2021:2). Framtida studier kan även tillämpa andra kvantitativa metoder för att undersöka sambandet mellan AI-användning och produktivitet. Till exempel skulle statistiska matchningsmetoder kunna användas för att jämföra produktivetsutvecklingen bland AI-användande och icke-användande företag som har liknande karakteristik på andra observerbara variabler.

Avslutningsvis har vi i rapporten sett att en relativt stor andel av företagen upplever att begränsningar vad gäller kunskapen om AI och de anställdas kompetens, utbildning och erfarenhet utgör faktiska hinder för AI-användning. Här kan staten spela en viktig roll genom till exempel satsningar på relevant utbildning och kunskapsspridning på AI-området.

Referenser

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work. *Working Paper*.
- Alderucci, D., Branstetter, L., Hovy, E., Runge, A., & Zolas, N. (2019). Quantifying the Impact of AI on Productivity and Labor Demand: Evidence from the U.S. Census Microdata. In *Allied Social Science Associations-ASSA 2020 Annual Meeting*. 2020.
- Boston Consulting Group. (2015). The Robotics Revolution – The Next Great Leap in Manufacturing. September 2015.
- Bäck, A., Hajikhani, A., Jäger, A., Schubert, T., & Suominen, A. (2022). Return of the Solow-paradox in AI? AI-adoption and firm productivity. CIRCLE, Lund University, *Papers in Innovation Studies*, no. 2022/01.
- Cardona, M., Kretschmer, T., & Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, 25(2013), 109-125.
- Cznarnitzki, D., Fernández, G.P., & Rammer, C. (2022). Artificial intelligence and firm-level productivity. *ZEW Discussion Papers*, No. 22-005.
- Damioli, G., Van Roy, V., & Vertesy, D. (2021). The impact of artificial intelligence on labor productivity. *Eurasian Economic Review*, January 2021.
- Heyman, F., Norbäck, P.-J., & Persson, L. (2018). Digitalisering och produktivitet – en forskningsöversikt. *IFN Policy Paper*, nr. 83, 2018.
- McKinsey. (2017). Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation – executive summary. McKinsey Global Institute, December 2017.
- OECD. (2021:1). AI measurement in ICT usage surveys. *OECD Digital Economy Papers*, no. 308, March 2021.
- OECD (2021:2). The impact of digitalization on productivity: Firm-level evidence from the Netherlands. *OECD Economics Department Working Papers*, no. 1680.
- OECD. (2022). A portrait of AI adopters across countries – Firm characteristics, assets' complementarities, and productivity. DSTI/CIEE(2022)16. 14 November 2022.
- Pew Research Center. (2017). Automation in Everyday Life. October 4, 2017.
- Regeringskansliet. (2018). Nationell inriktning för artificiell intelligens. N2018: 14.
- SCB. (2020:1). Statistikens framställning – IT-användning i företag, *Statistikens framställning version 1, 2020-11-24*.
- SCB. (2020:2). Artificiell intelligens i Sverige. Källa: Statistiska Centralbyrån. Rapport.
- Schubert, T., Ashouri, S., Deschryvere, M., Jäger, A., Visentin, F., Pukelis, L., Hajikhani, A., & Suominen, A. (2022). Productivity effects of process vs. product digitalization. *BIGPROD*, 27th April 2022.
- Tillväxtanalys. (2021:1). Drivers of AI adoption – A literature review. Rapport 2021:07.

Tillväxtanalys. (2021:2). Produktivitetstillväxt och dess drivkrafter – Sverige ur ett internationellt perspektiv. Rapport 2021:09.

Tillväxtanalys. (2022). Varför AI? Förutsättningar, möjligheter och hinder för företag att använda AI. Rapport 2022:09.

Bilaga 1

Tabell 9 Refererar till Tabell 3

Variabler	P(AI-anv.)
Storleksklass	
Mikro	-0.0196 (0.0137)
Medelstora	0.0640*** (0.0120)
Stora	0.236*** (0.0162)
Sektor	
Tillverkning	-0.00728 (0.0181)
Energi	0.0638* (0.0332)
Bygg	-0.0336 (0.0211)
Handel	0.0166 (0.0195)
Transport	0.00925 (0.0265)
Hotell & restaurang	-0.00684 (0.0199)
IKT	0.122*** (0.0273)
Fastighet	-0.0255 (0.0291)
Region	
Östra Mellansverige	-0.0195 (0.0177)
Småland med öarna	-0.0340* (0.0181)
Sydsverige	-0.0427**

Variabler	P(AI-anv.)
	(0.0167)
Västsverige	-0.0319*
	(0.0164)
Norra Mellansverige	-0.0146
	(0.0200)
Mellersta Norrland	-0.00788
	(0.0249)
Övre Norrland	-0.0220
	(0.0228)
Övriga	
Andel min 2 år postgym. utb.	0.256***
	(0.0319)
Andel STEM-utb.	0.00927
	(0.0307)
Genomsnittslön	1.05e-05***
	(3.16e-06)
Genomsnittsålder	-0.000956
	(0.000873)
Andel kvinnor	-0.0174
	(0.0271)
Constant	0.000487
	(0.0431)
Observations	3,665

Bilaga 2.

Tabell 10. Refererar till Tabell 4

Variabler	Kundkännedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
Storleksklass					
Mikro	-0.00844 (0.0102)	-0.00728 (0.0109)	-0.0163 (0.0113)	-0.00247 (0.0100)	0.00148 (0.00555)
Medelstora	0.0357*** (0.00941)	0.0348*** (0.00893)	0.0505*** (0.0103)	0.0482*** (0.00911)	0.0103** (0.00481)
Stora	0.156*** (0.0145)	0.134*** (0.0137)	0.163*** (0.0147)	0.179*** (0.0147)	0.0378*** (0.00835)
Sektor					
Tillverkning	-0.00730 (0.0145)	-0.0119 (0.0141)	-0.0223 (0.0157)	-0.00452 (0.0146)	0.00483 (0.00788)
Energi	0.0594** (0.0296)	-0.00437 (0.0243)	-0.00456 (0.0271)	0.0208 (0.0265)	0.0465** (0.0233)
Bygg	-0.0127 (0.0165)	-0.0255 (0.0161)	-0.0351** (0.0178)	-0.0153 (0.0171)	-0.00705 (0.00739)
Handel	0.0238 (0.0171)	0.000159 (0.0148)	-0.0132 (0.0169)	0.000330 (0.0161)	0.00208 (0.00724)
Transport	-0.000900 (0.0206)	-0.00338 (0.0184)	-0.0154 (0.0218)	-0.00141 (0.0223)	0.0163 (0.0130)
Hotell & restaurang	-0.0142 (0.0167)	0.0116 (0.0140)	-0.00909 (0.0171)	-0.0139 (0.0157)	0.0160* (0.00855)
IKT	0.0845*** (0.0249)	0.143*** (0.0257)	0.122*** (0.0266)	0.0626*** (0.0241)	-0.00190 (0.0105)
Fastighet	-0.0179 (0.0227)	-0.0425** (0.0174)	-0.0447* (0.0234)	-0.0294 (0.0219)	-0.00760 (0.00982)
Region					
Östra Mellansverige	-0.0176 (0.0143)	-0.0116 (0.0128)	-0.0186 (0.0147)	-0.0189 (0.0140)	0.00336 (0.00836)
Småland med öarna	-0.0331** (0.0133)	-0.0153 (0.0126)	-0.0247* (0.0147)	-0.0293** (0.0140)	-0.00524 (0.00757)

Variabler	Kundkännedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
Sydsverige	-0.0252*	-0.0107	-0.0193	-0.0387***	-0.0103
	(0.0140)	(0.0134)	(0.0149)	(0.0131)	(0.00630)
Västsverige	-0.0265*	-0.0136	-0.0216	-0.0272**	-0.000656
	(0.0136)	(0.0128)	(0.0143)	(0.0133)	(0.00736)
Norra Mellansverige	-0.00985	0.00813	-0.00363	-0.00757	-0.00305
	(0.0160)	(0.0155)	(0.0169)	(0.0156)	(0.00852)
Mellersta Norrland	-0.0247	-0.00645	-0.0125	0.00152	-0.00478
	(0.0167)	(0.0166)	(0.0191)	(0.0204)	(0.00885)
Övre Norrland	-0.0311*	0.0175	0.00238	-0.0196	-0.00257
	(0.0165)	(0.0200)	(0.0210)	(0.0178)	(0.0103)
Övriga					
Andel min 2 år postgym. utb.	0.143***	0.182***	0.195***	0.145***	0.0475***
	(0.0277)	(0.0286)	(0.0312)	(0.0265)	(0.0136)
Andel STEM-utb.	-0.0217	0.0596**	0.0122	-0.0394	0.0129
	(0.0243)	(0.0254)	(0.0274)	(0.0249)	(0.0127)
Genomsnittslön	9.75e-06***	8.36e-06*	9.60e-06*	1.02e-05***	1.05e-06
	(2.64e-06)	(4.66e-06)	(5.21e-06)	(2.70e-06)	(1.15e-06)
Genomsnittsålder	-0.00169**	-0.000894	-0.000938	-0.000584	0.000556*
	(0.000726)	(0.000669)	(0.000779)	(0.000675)	(0.000302)
Andel kvinnor	0.0177	-0.00992	-0.0121	-0.0207	-0.00965
	(0.0224)	(0.0207)	(0.0238)	(0.0208)	(0.00872)
Constant	0.0344	-0.0337	0.00212	0.00360	-0.0367**
	(0.0373)	(0.0334)	(0.0382)	(0.0349)	(0.0159)
Observations	3,434	3,416	3,482	3,428	3,240

Bilaga 3.

Tabell 11 refererar till Tabell 5

Variabler	1	2	3	4
AI-anv.	0.279***	0.0910***	0.0784***	0.0694***
	(0.0360)	(0.0345)	(0.0296)	(0.0243)
Sektor				
Tillverkning	-	-0.422***	-0.313***	-0.0985***
	-	(0.0755)	(0.0431)	(0.0335)
Energi	-	-0.0541	-	-
	-	(0.0864)	-	-
Bygg	-	-0.493***	-0.359***	-0.128***
	-	(0.0807)	(0.0468)	(0.0396)
Handel	-	-0.349***	-0.256***	-0.0731**
	-	(0.0761)	(0.0442)	(0.0344)
Transport	-	-0.544***	-0.432***	-0.203***
	-	(0.0824)	(0.0531)	(0.0454)
Hotell & restaurang	-	-0.835***	-0.653***	-0.341***
	-	(0.0904)	(0.0641)	(0.0465)
IKT	-	-0.453***	-0.373***	-0.140***
	-	(0.0819)	(0.0501)	(0.0435)
Fastighet	-	-	-0.0639	0.0268
	-	-	(0.0739)	(0.0534)
Andra tjänsteföretag	-	-0.657***	-0.511***	-0.248***
	-	(0.0787)	(0.0520)	(0.0393)
Region				
Stockholm	-	0.0913	-0.0864	-0.192
	-	(0.177)	(0.0845)	(0.118)
Östra Mellansverige	-	0.0789	-0.0864	-0.175
	-	(0.181)	(0.0941)	(0.121)
Småland med öarna	-	0.109	-0.0733	-0.185
	-	(0.181)	(0.0953)	(0.121)
Sydsverige	-	0.0927	-0.0801	-0.157
	-	(0.180)	(0.0915)	(0.120)

Variabler	1	2	3	4
Västsverige	-	0.125	-0.0527	-0.154
	-	(0.179)	(0.0904)	(0.119)
Norra Mellansverige	-	0.0631	-0.116	-0.199
	-	(0.182)	(0.0978)	(0.122)
Mellersta Norrland	-	0.0859	-0.0772	-0.177
	-	(0.183)	(0.0989)	(0.123)
Övre Norrland	-	0.137	-0.0718	-0.177
	-	(0.183)	(0.0975)	(0.122)
Övriga				
Storlek	-	-1.82e-05	-5.33e-06	-1.51e-05*
	-	(1.45e-05)	(9.13e-06)	(8.87e-06)
Andel min 2 år postgym. utb.	-	0.427***	0.423***	0.232***
	-	(0.110)	(0.113)	(0.0643)
Andel STEM-utb.	-	0.261***	0.197***	0.141***
	-	(0.0682)	(0.0658)	(0.0416)
Genomsnittslön	-	6.59e-05	5.80e-05	3.26e-05
	-	(4.20e-05)	(4.51e-05)	(2.67e-05)
Genomsnittsålder	-	0.00465	0.00532*	0.000966
	-	(0.00293)	(0.00272)	(0.00170)
Produktivitet 2014	-	-	-	0.480***
	-	-	-	(0.0400)
Constant	6.615***	6.340***	6.447***	3.561***
	(0.0110)	(0.214)	(0.136)	(0.258)
Observationer	3,528	3,523	3,432	3,120
Exkl. outliers	Nej	Nej	Ja	Ja
R-squared	0.021	0.271	0.284	0.489

Bilaga 4.

Tabell 12 refererar till Tabell 6

Variabler	0-25	25-50	50-75	75-100
AI-anv.	-0.0374	-0.00696	0.0114	0.0946**
	(0.0535)	(0.0404)	(0.0223)	(0.0385)
Sektor				
Tillverkning	0.167**	0.00394	-0.107	0.297**
	(0.0808)	(0.0686)	(0.0814)	(0.137)
Energi	0.193*	0.0315	-0.0984	0.402***
	(0.110)	(0.0722)	(0.0895)	(0.148)
Bygg	0.186**	-0.0621	-0.118	0.261*
	(0.0864)	(0.0726)	(0.0864)	(0.136)
Handel	0.238***	0.0297	-0.0853	0.319**
	(0.0802)	(0.0709)	(0.0802)	(0.139)
Transport	0.220***	-0.0554	-0.0802	-
	(0.0848)	(0.0734)	(0.0823)	-
Hotell & restaurang	0.0568	-0.195**	-0.342***	0.0110
	(0.0866)	(0.0796)	(0.102)	(0.235)
IKT	0.253**	0.00477	-0.0903	0.248*
	(0.102)	(0.0778)	(0.0818)	(0.148)
Fastighet	-	-	-	0.545***
	-	-	-	(0.157)
Andra tjänsteföretag	0.147*	-0.0926	-0.171**	0.145
	(0.0781)	(0.0749)	(0.0810)	(0.148)
Region				
Stockholm	-0.0345	-0.169***	-0.317**	0.264***
	(0.0447)	(0.0449)	(0.150)	(0.0541)
Östra Mellansverige	0.0347	-0.141***	-0.296*	0.363***
	(0.0505)	(0.0407)	(0.152)	(0.0706)
Småland med öarna	-0.0514	-0.140***	-0.295*	0.330***
	(0.0499)	(0.0425)	(0.152)	(0.0705)
Sydsverige	-0.00678	-0.153***	-0.299**	0.365***
	(0.0455)	(0.0396)	(0.151)	(0.0674)

Variabler	0-25	25-50	50-75	75-100
Västsverige	-0.0277	-0.128***	-0.281*	0.402***
	(0.0462)	(0.0384)	(0.151)	(0.0604)
Norra Mellansverige	-0.0443	-0.118***	-0.293*	0.280***
	(0.0503)	(0.0420)	(0.153)	(0.0746)
Mellersta Norrland	-	-0.118**	-0.290*	0.326***
	-	(0.0466)	(0.156)	(0.0863)
Övre Norrland	-0.00411	-0.147***	-0.303**	0.348***
	(0.0607)	(0.0548)	(0.154)	(0.0803)
Övriga				
Storlek	-1.31e-05	9.59e-06	2.94e-06	-4.76e-05***
	(1.65e-05)	(1.09e-05)	(5.07e-06)	(1.70e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.0743	-0.0123	0.0189	0.00891
	(0.0940)	(0.0666)	(0.0634)	(0.0696)
Andel STEM-utb.	0.108	0.126***	0.0672*	-0.0475
	(0.0663)	(0.0478)	(0.0369)	(0.0590)
Genomsnittslön	8.04e-05***	4.18e-06	2.73e-05*	8.68e-05***
	(2.11e-05)	(2.75e-06)	(1.42e-05)	(1.29e-05)
Genomsnittsålder	0.000287	-0.000507	-0.00211	-0.00227
	(0.00193)	(0.00186)	(0.00217)	(0.00317)
Produktivitet 2014	0.125***	0.0857***	0.160***	0.276***
	(0.0368)	(0.0304)	(0.0310)	(0.0650)
Constant	5.001***	6.061***	6.024***	4.343***
	(0.242)	(0.220)	(0.275)	(0.410)
Observationer	732	784	804	800
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja
R-squared	0.205	0.118	0.114	0.319

Bilaga 5.

Tabell 13 refererar till Tabell 7

Variabler	Kundkännedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
AI-anv.	0.0821**	0.0507*	0.0655**	0.0926***	0.0407
	(0.0330)	(0.0288)	(0.0300)	(0.0354)	(0.0452)
Sektor					
Tillverkning	-0.141***	-0.150***	-0.137***	-0.108***	-0.123***
	(0.0512)	(0.0538)	(0.0344)	(0.0361)	(0.0340)
Energi	-0.0313	-0.0145	-	-	-
	(0.0560)	(0.0592)	-	-	-
Bygg	-0.174***	-0.206***	-0.192***	-0.135***	-0.181***
	(0.0560)	(0.0573)	(0.0384)	(0.0415)	(0.0383)
Handel	-0.114**	-0.131**	-0.116***	-0.0737**	-0.0984***
	(0.0513)	(0.0537)	(0.0349)	(0.0368)	(0.0349)
Transport	-0.237***	-0.226***	-0.217***	-0.210***	-0.186***
	(0.0583)	(0.0597)	(0.0437)	(0.0481)	(0.0433)
Hotell & restaurang	-0.382***	-0.329***	-0.317***	-0.345***	-0.288***
	(0.0590)	(0.0596)	(0.0460)	(0.0488)	(0.0453)
IKT	-0.164***	-0.198***	-0.189***	-0.146***	-0.161***
	(0.0566)	(0.0577)	(0.0440)	(0.0472)	(0.0445)
Fastighet	-	-	0.0152	0.0145	0.0405
	-	-	(0.0585)	(0.0565)	(0.0593)
Andra tjänsteföretag	-0.292***	-0.261***	-0.255***	-0.252***	-0.231***
	(0.0533)	(0.0547)	(0.0396)	(0.0426)	(0.0389)
Region					
Stockholm	-0.197*	-0.127	-0.128	-0.189	-0.125
	(0.115)	(0.109)	(0.109)	(0.116)	(0.107)
Östra Mellansverige	-0.180	-0.0688	-0.0696	-0.170	-0.0677
	(0.118)	(0.110)	(0.110)	(0.118)	(0.108)
Småland med öarna	-0.198*	-0.0831	-0.0744	-0.182	-0.0771
	(0.119)	(0.110)	(0.110)	(0.119)	(0.108)
Sydsverige	-0.168	-0.0679	-0.0557	-0.155	-0.0632

Variabler	Kundkännedom	Utveckla ny produkt/tjänst	Förbättra existerande produkt/tjänst	Utveckla/förbättra interna processer	Annat
	(0.118)	(0.109)	(0.110)	(0.118)	(0.108)
Västsverige	-0.162	-0.0632	-0.0590	-0.152	-0.0579
	(0.117)	(0.109)	(0.109)	(0.117)	(0.108)
Norra Mellansverige	-0.208*	-0.0835	-0.0824	-0.201*	-0.0886
	(0.119)	(0.110)	(0.110)	(0.119)	(0.109)
Mellersta Norrland	-0.180	-0.0528	-0.0511	-0.171	-0.0544
	(0.121)	(0.112)	(0.112)	(0.120)	(0.110)
Övre Norrland	-0.183	-0.0692	-0.0734	-0.169	-0.0678
	(0.120)	(0.112)	(0.112)	(0.120)	(0.111)
Övriga					
Storlek	-1.22e-05	-1.37e-05*	-1.05e-05	-2.20e-05	-2.25e-05
	(8.82e-06)	(8.09e-06)	(7.33e-06)	(1.49e-05)	(1.45e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.225***	0.0305	0.0444	0.245***	0.0158
	(0.0644)	(0.0404)	(0.0417)	(0.0656)	(0.0431)
Andel STEM-utb.	0.173***	0.0293	0.0254	0.158***	0.0451
	(0.0442)	(0.0306)	(0.0305)	(0.0431)	(0.0322)
Genomsnittslön	3.12e-05	0.000139***	0.000139***	3.06e-05	0.000144***
	(2.65e-05)	(1.01e-05)	(1.03e-05)	(2.60e-05)	(1.15e-05)
Genomsnittsålder	0.000875	-0.00332**	-0.00311**	0.000934	-0.00336**
	(0.00171)	(0.00130)	(0.00132)	(0.00167)	(0.00133)
Produktivitet 2014	0.469***	0.398***	0.391***	0.475***	0.392***
	(0.0410)	(0.0331)	(0.0346)	(0.0413)	(0.0345)
Constant	3.675***	3.898***	3.920***	3.594***	3.883***
	(0.264)	(0.228)	(0.237)	(0.266)	(0.231)
Observationer	2,927	2,909	2,964	2,923	2,775
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
R-squared	0.481	0.534	0.528	0.482	0.520

Bilaga 6.

Tabell 14. refererar till Tabell 8

Variabler	1	2	3	4
AI - 1 område	0.0309			
	(0.0324)			
AI - 2 områden		0.0485		
		(0.0385)		
AI - 3 områden			0.0592	
			(0.0574)	
AI - 4 områden				0.0875**
				(0.0429)
Sektor				
Tillverkning	-0.129***	-0.106***	-0.138***	-0.156***
	(0.0330)	(0.0356)	(0.0354)	(0.0545)
Energi	-	-	-	-0.0219
	-	-	-	(0.0601)
Bygg	-0.185***	-0.132***	-0.200***	-0.212***
	(0.0376)	(0.0405)	(0.0393)	(0.0580)
Handel	-0.102***	-0.0805**	-0.113***	-0.133**
	(0.0339)	(0.0365)	(0.0358)	(0.0544)
Transport	-0.195***	-0.195***	-0.201***	-0.226***
	(0.0435)	(0.0473)	(0.0442)	(0.0604)
Hotell & restaurang	-0.296***	-0.344***	-0.310***	-0.329***
	(0.0445)	(0.0486)	(0.0469)	(0.0602)
IKT	-0.161***	-0.134***	-0.185***	-0.193***
	(0.0433)	(0.0471)	(0.0459)	(0.0591)
Fastighet	0.0330	0.0260	0.0227	
	(0.0568)	(0.0572)	(0.0604)	
Andra tjänsteföretag	-0.234***	-0.239***	-0.252***	-0.268***
	(0.0376)	(0.0419)	(0.0407)	(0.0555)
Region				
Stockholm	-0.129	-0.210*	-0.125	-0.126
	(0.107)	(0.119)	(0.106)	(0.108)
Östra Mellansverige	-0.0739	-0.188	-0.0606	-0.0680

Variabler	1	2	3	4
	(0.109)	(0.121)	(0.108)	(0.109)
Småland med öarna	-0.0785	-0.202*	-0.0738	-0.0797
	(0.109)	(0.122)	(0.108)	(0.109)
Sydsverige	-0.0703	-0.177	-0.0528	-0.0673
	(0.108)	(0.121)	(0.107)	(0.108)
Västsverige	-0.0564	-0.168	-0.0510	-0.0598
	(0.108)	(0.120)	(0.107)	(0.108)
Norra Mellansverige	-0.0936	-0.219*	-0.0801	-0.0875
	(0.109)	(0.122)	(0.108)	(0.109)
Mellersta Norrland	-0.0659	-0.186	-0.0466	-0.0541
	(0.110)	(0.123)	(0.109)	(0.111)
Övre Norrland	-0.0617	-0.192	-0.0515	-0.0719
	(0.111)	(0.123)	(0.110)	(0.111)
Övriga				
Storlek	-2.18e-05	-1.44e-05	-8.73e-06	-1.98e-05
	(1.46e-05)	(1.32e-05)	(7.56e-06)	(1.39e-05)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.0200	0.204***	0.0299	0.0296
	(0.0420)	(0.0604)	(0.0435)	(0.0424)
Andel STEM-utb.	0.0439	0.158***	0.0452	0.0386
	(0.0316)	(0.0409)	(0.0319)	(0.0318)
Genomsnittslön	0.000140***	2.75e-05	0.000146***	0.000140***
	(1.15e-05)	(2.38e-05)	(1.12e-05)	(1.06e-05)
Genomsnittsålder	-0.00307**	0.000999	-0.00373***	-0.00313**
	(0.00134)	(0.00163)	(0.00133)	(0.00131)
Produktivitet 2014	0.400***	0.488***	0.375***	0.394***
	(0.0338)	(0.0400)	(0.0354)	(0.0341)
Constant	3.842***	3.543***	4.010***	3.913***
	(0.228)	(0.261)	(0.239)	(0.232)
Observationer	2,886	2,819	2,802	2,798
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja
R-squared	0.519	0.479	0.513	0.530

Bilaga 7.

Tabell 15. Korrelationsmatris – användningsområden, år 2019.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Kundkännedom	1	-	-	-	-
(2) Utveckla ny produkt/tjänst	0,5548	1	-	-	-
(3) Förbättra existerande produkt/tjänst	0,5631	0,7648	1	-	-
(4) Utveckla/förbättra interna processer	0,4864	0,5099	0,5987	1	-
(5) Annat	0,0349	0,0703	0,0738	0,0448	1

Not. Matrisen anger parvisa korrelationer mellan varje användningsområde. Indikatorvariabler för varje användningsområde (=1 om specifikt område, = 0 annars). Samtliga parvisa korrelationer - förutom en - har p-värde < 0,05. Korrelation mellan område "annat" och "utveckla/förbättra interna processer" har p-värde = 0,073.

Bilaga 8.

Tabell 16. Samband mellan AI-användning 2019 och produktivitet 2020. Kontrollvariabler för produktivitet 2015–2018.

Variabler	1	2	3	4
AI-anv.	0.0485**	0.0413**	0.0516**	0.0574**
	(0.0218)	(0.0203)	(0.0218)	(0.0223)
Produktivitet 2018	0.567***			
	(0.0461)			
Produktivitet 2017		0.653***		
		(0.0290)		
Produktivitet 2016			0.538***	
			(0.0331)	
Produktivitet 2015				0.554***
				(0.0387)
Övriga				
Storlek	-1.20e-05*	-8.81e-06	-1.39e-05*	-1.79e-05**
	(6.45e-06)	(6.67e-06)	(7.51e-06)	(7.84e-06)
Andel min 2 år postgym. utb.	0.180***	0.125***	0.215***	0.188***
	(0.0576)	(0.0454)	(0.0608)	(0.0581)
Andel STEM-utb.	0.0635*	0.0643**	0.115***	0.114***
	(0.0346)	(0.0319)	(0.0390)	(0.0388)
Genomsnittslön	2.83e-05	2.23e-05	3.02e-05	2.97e-05
	(2.21e-05)	(1.73e-05)	(2.45e-05)	(2.40e-05)
Genomsnittsålder	0.00227	0.00155	0.00147	0.00157
	(0.00153)	(0.00144)	(0.00162)	(0.00164)
Sektor				
Tillverkning	-0.122***	-0.0664***	-0.0920**	-0.0784*
	(0.0289)	(0.0248)	(0.0463)	(0.0424)
Energi	-	-	0.0177	0.0315
	-	-	(0.0523)	(0.0468)
Bygg	-0.140***	-0.0764**	-0.129**	-0.0947**
	(0.0350)	(0.0311)	(0.0512)	(0.0480)
Handel	-0.0775**	-0.0242	-0.0614	-0.0500
	(0.0320)	(0.0271)	(0.0469)	(0.0431)
Transport	-0.200***	-0.128***	-0.173***	-0.158***

Variabler	1	2	3	4
	(0.0385)	(0.0341)	(0.0502)	(0.0525)
Hotell & restaurang	-0.343***	-0.281***	-0.319***	-0.304***
	(0.0456)	(0.0383)	(0.0529)	(0.0505)
IKT	-0.149***	-0.0462	-0.126**	-0.0984**
	(0.0396)	(0.0346)	(0.0509)	(0.0477)
Fastighet	-0.0342	0.0302	-	-
	(0.0447)	(0.0400)	-	-
Andra tjänsteföretag	-0.235***	-0.153***	-0.210***	-0.192***
	(0.0371)	(0.0299)	(0.0471)	(0.0451)
Region				
Stockholm	-0.0554	-0.181**	-0.258	-0.181
	(0.0871)	(0.0916)	(0.167)	(0.132)
Östra Mellansverige	-0.0443	-0.138	-0.232	-0.155
	(0.0898)	(0.0940)	(0.169)	(0.134)
Småland med öarna	-0.0423	-0.148	-0.248	-0.158
	(0.0900)	(0.0944)	(0.169)	(0.134)
Sydsverige	-0.0313	-0.147	-0.248	-0.155
	(0.0890)	(0.0931)	(0.168)	(0.133)
Västsverige	-0.0297	-0.145	-0.226	-0.136
	(0.0885)	(0.0929)	(0.168)	(0.133)
Norra Mellansverige	-0.0738	-0.170*	-0.260	-0.168
	(0.0910)	(0.0947)	(0.170)	(0.134)
Mellersta Norrland	-0.0375	-0.167*	-0.230	-0.135
	(0.0913)	(0.0959)	(0.170)	(0.135)
Övre Norrland	-0.0401	-0.141	-0.243	-0.156
	(0.0909)	(0.0952)	(0.170)	(0.135)
Constant	2.801***	2.353***	3.196***	3.004***
	(0.301)	(0.196)	(0.244)	(0.259)
Kontroll för sektor	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontroll för region	Ja	Ja	Ja	Ja
Exkl. outliers	Ja	Ja	Ja	Ja
Observationer	3,387	3,344	3,275	3,208
R-squared	0.563	0.578	0.523	0.521

På vilket sätt statens insatser bidrar till svensk tillväxt och näringslivsutveckling står i fokus för våra rapporter.

Läs mer om vilka vi är och vad nyttan med det vi gör är på www.tillvaxtanalys.se. Du kan även följa oss på LinkedIn och YouTube.

Anmäl dig gärna till vårt [nyhetsbrev](#) för att hålla dig uppdaterad om pågående och planerade analys- och utvärderingsprojekt.

Varmt välkommen att kontakta oss!



Tillväxtanalys

Studentplan 3, 831 40 Östersund

Telefon: 010-447 44 00

E-post: info@tillvaxtanalys.se

Webb: www.tillvaxtanalys.se