

Exponering mot generativ AI i Sverige – en kartläggning*

Malin Gardberg
Institutet för Näringslivsforskning (IFN)

Fredrik Heyman
Institutet för Näringslivsforskning (IFN) och Lunds universitet

Martin Olsson
Institutet för Näringslivsforskning (IFN) och IFAU

Joacim Tåg
Institutet för Näringslivsforskning (IFN) och Hanken School of Economics

Juni 2024

Sammanfattning

Användning av generativ artificiell intelligens (AI) har på kort tid ökat kraftigt och förutspås ha stor inverkan på företag och arbetskraft. I denna artikel analyserar vi exponeringen mot AI på individ-, företags-, och regionnivå i Sverige med hjälp av omfattande registerdata. Vi visar att svensk ekonomi är kraftigt exponerad mot generativ AI. Bland anställda är exponeringsgraden särskilt märkbar bland högutbildade och högavlönade personer samt bland kvinnor. På företagsnivå är exponeringen störst bland redan produktiva, större företag med högt humankapital bland anställda. Genom att analysera jobbbannonser, och de kvalifikationer som företagen eftersöker, finner vi också att det är precis dessa företag som investerar mest i humankapital relaterat till AI. På regionnivå finner vi att exponeringen och humankapitalinvesteringarna är störst i storstadsregionerna.

*E-post: malin.gardberg@ifn.se, fredrik.heyman@ifn.se, martin.olsson@ifn.se och joacim.tag@ifn.se. Vi tackar Malte Meuller för mycket värdefull hjälp med att behandla datamaterialet och Gabriel Nilsen för assistenthjälp. Vi tackar även Marianne och Marcus Wallenbergs Stiftelse för finansiellt stöd i form av anslag 2020.0049 och Jan Wallanders och Tom Hedelius stiftelse samt Tore Browaldhs stiftelse för finansiellt stöd i form av anslag P22-0094 och W19-0030.

1 Introduktion

Generativ AI, dvs AI-system som kan skapa innehåll såsom texter, bilder och videor genom att lära sig från stora datamängder, har under de senaste åren tagit världen med storm, särskilt sedan ChatGPT lanserades i november 2022. Förväntningarna är stora på att denna nya teknik ska ge omfattande produktivitetseffekter. Tidiga experimentella studier visar att generativ AI kan öka produktiviteten kraftigt för vissa specifika arbetsuppgifter (Noy och Zhang 2023, Brynjolfsson m fl 2023 och Eloundou m fl 2023). På makronivå förutspår Acemoglu (2024) dock mer modesta effekter under de närmsta tio åren.¹ Samtidigt framhålls ofta risken att många arbetsuppgifter kommer att försvinna, vilket kan förväntas påverka arbetsmarknadens sammansättning. Eloundou m fl (2023) förutspår att 80 procent av jobben kommer att se minst en tiondel av sina arbetsuppgifter påverkade och att 20 procent av jobben kommer att se hälften av sina arbetsuppgifter påverkade av generativ AI.

Tidigare teknikskiften, präglade av innovationer inom robotisering och digitalisering, har främst påverkat anställda med rutinmässiga arbetsuppgifter negativt (se Adermon och Johansson (2015), Heyman, m fl (2016) och Gardberg m fl (2020) för svenska studier).² Mycket tyder dock på att andra typer av yrken kan komma att påverkas av AI-utvecklingen, många av dessa högre upp i lönefördelningen. Acemoglu m fl (2022) och Babina m fl (2024) visar att i USA har företagens efterfrågan av arbetskraft med AI-kunskaper ökat kraftigt sedan år 2015.

I denna artikel undersöker vi hur exponerade individer och företag är mot generativ AI i den svenska ekonomin med hjälp av registerdata från Statistiska Centralbyrån (SCB).³ Detta ger en heltäckande bild av hur exponerad den svenska ekonomin är, till skillnad från tidigare urvalsundersökningar (se t ex Gidehag

¹Acemoglu (2024) estimerar att AI under de kommande tio åren kommer att öka total faktorproduktivitet med cirka 0,7 procent och BNP med 1-1,5 procent.

²För Sverige visar Adermon och Johansson (2015) att under 1990- och 2000-talet minskade sysselsättningen i yrken med rutinmässiga arbetsuppgifter medan den ökade i yrken med icke-rutinmässiga arbetsuppgifter. Heyman m fl (2016) och Gardberg m fl (2020) finner att andelen anställda i yrken med hög automatiseringssannolikhet minskande under perioden 1996-2013, drivet av minskande sysselsättningsandelar i lågkvalificerade yrken med hög automatiseringsrisk. De visar även att utbildning kraftigt minskade risken för arbetstagare, då den genomsnittliga automatiseringssannolikheten för lågutbildade är nästan dubbelt så hög som för universitetsutbildade.

³Nya studier som analyserar ekonomiska effekter av AI och generativ AI inkluderar Felten m fl (2021; 2023), Acemoglu m fl (2022), Eisfeldt m fl (2023), McElhanan m fl (2023), Babina m fl (2024), Eloundou m fl (2024) och Jha m fl (2024).

2023; SCB 2023), samt kompletterar Engberg m fl (2023) som studerar företagens AI-exponering och efterfråga av arbetskraft. Våra resultat visar att en betydande andel av de sysselsatta på svensk arbetsmarknad är exponerade mot generativ AI, särskilt bland högutbildade och högavlönade, med en markant påverkan på kvinnor i dessa grupper. Detta skiljer sig mot robotisering där det typiskt sätt är män, lågutbildade och personer med lägre arbetsinkomster som är mest exponerade. Gällande exponering mot generativ AI är det dock oklart om hög exponering är positivt eller negativt för de anställda. Forskning om robotisering tyder på att robotar ofta fungerar som substitut för mänsklig arbetskraft, vilket innebär negativa karriäreffekter för de personer som ersätts av ny teknik (se t ex Acemoglu och Restrepo 2020). När det gäller AI och generativ AI är bilden mer komplex. Dessa teknologier kan både ersätta och komplettera mänsklig arbetskraft, och i många fall kan de användas för att förbättra de anställdas prestationer. Därför kan hög exponering även vara positivt för vissa yrken.

För företagen visar vi att exponering mot AI är mest utbredd bland mer produktiva och stora företag, i termer av omsättning, samt bland de med ett högt humankapital hos de anställda. Den största potentialen för generativ AI tycks därmed finnas hos redan konkurrenskraftiga företag, vilket leder till frågan om produktivitetsskillnaderna i näringslivet kommer att öka.

För att utnyttja potentialen med generativ AI krävs det dock att företag implementerar och utnyttjar denna nya teknologi. Företag kan investera i AI antingen genom immateriellt eller fysiskt kapital eller genom deras humankapital. För att försöka förstå var vi kan förvänta oss investeringar i generativ AI, undersöker vi vilka företag som tidigare investerat i AI-humankapital. Här utreder vi hur företagens efterfrågan på generella AI-jobb sett ut sedan 2010 genom att analysera samtliga annonser i Arbetsförmedlingens platsbank under den period som vi studerar. Mer specifikt utnyttjar vi detaljerad information om vilka kvalifikationer som företag efterfrågar i deras utlagda annonser. Resultaten visar att sedan 2017 har det skett en kraftig ökning av AI-jobb, främst inom AI-producerande företag. I likhet med att företag som är mer produktiva, är större och har högre humankapital är mer exponerade, finner vi även att den största tillväxten av AI-jobb och de största investeringarna i AI-relaterad humankapital har skett i denna grupp av företag.

Det finns därmed skäl att anta att det är även dessa, d v s de större och mer produktiva företagen, som

kommer att dra mest nytta av generativ AI. Detta delvis på grund av att de är mest exponerade mot denna teknologi och därmed har störst potential att effektivisera sin verksamhet med hjälp av den, delvis som en följd av att det även verkar vara de som investerar mest i ny teknologi. Med större företag som fortsätter att växa och investera i AI, finns en risk för en ökad marknadskoncentration. Detta kan resultera i att större företag blir ännu mer dominerande på marknaden, vilket kan påverka konkurrensdynamiken i svensk ekonomi.

Genom att kartlägga exponeringen i ekonomin kan vi identifiera vilka grupper av individer som är mest utsatta för förändringar, och vilka företag, sektorer och regioner som har störst potential att dra nytta av teknologin. Denna kunskap är viktig för att öka förståelsen för hur olika segment i svensk ekonomi kan komma att påverkas av den snabba utvecklingen av generativ AI, och för att kunna skapa en evidensbaserad policy som kan bibehålla en konkurrenskraftig svensk ekonomi i en tid av snabba teknologiska förändringar.

2 Mått på exponering mot generativ AI

För att beräkna var och hur generativ AI förväntas påverka svensk ekonomi använder vi oss av ett exponeringsmått på yrkesnivå skapat av Felten m fl (2023).⁴ Måttet mäter hur exponerade yrken är mot generativ AI, och specifikt stora språkmodeller, och baseras på hur väl AI-mjukvara motsvarar de mänskliga kunskaper som behövs i olika arbetsuppgifter. Måttet rangordnar yrken från 1 till 100 där de minst exponerade yrkena, där minst antal arbetsuppgifter förväntas påverkas av stora språkmodeller, är bärplockare, plantörer och grovarbetare inom bygg och anläggning. De mest exponerade yrkena, där flest antal arbetsuppgifter förväntas kunna automatiseras, är jurister, psykologer, telefonförsäljare och universitets- och högskollärare.⁵ Detta exponeringsmått länkas sedan till svensk yrkes-, individ- och företagsdata från SCB.⁶ På individnivå består vårt sampel av runt 4,9 miljoner anställda år 2021. På företagsnivå fokuserar vi på företag med minst

⁴Felten m fl (2023) tar explicit hänsyn till den senaste utvecklingen inom språkmodeller och generativ AI. Detta mått är en utvecklad version av Felten m fl (2021) där enbart exponering mot generell AI-mjukvara beaktades. Felten m fl (2023) baserar sig på den amerikanska yrkesklassificeringar SOC, som vi sedan konverterat till den svenska yrkesklassificeringen SSYK 2012.

⁵Notera att måttet delar in yrken i exponeringspercentiler, dvs vi har rangordnat yrken på en skala på mellan 1–100 där de minst exponerade yrkena har värdet 1 och de mest exponerade yrkena har värdet 100. Detta mått ska inte tolkas som ett mått på hur många procent av arbetsuppgifterna som kan automatiseras med hjälp av teknologin.

⁶På individnivå använder vi oss av LISA (Longitudinell Integrationsdatabas för Sjukförsäkrings- och Arbetsmarknadsstudier) och på företagsnivå FEK (Företagens Ekonomi) från SCB. Med näringslivet avses företag som utför marknadsaktiviteter exklusive företag i de finansiella och offentliga sektorerna samt hushållens icke-vinstdrivande organisationer.

10 anställda år 2021 verksamma i näringslivet, vilket ger oss cirka 40 000 företag. Genom att anställda och företag är länkade i data kan vi beräkna den genomsnittliga yrkesexponeringen mot generativ AI på företagsnivå, definierat som den genomsnittliga yrkesexponeringen för de anställda inom varje företag. Detta ger en heltäckande bild av företagens exponering mot generativ AI i näringslivet.

Vi jämför även exponeringen mot generativ AI med generella AI-teknologier och robotisering. Här använder vi oss två yrkesexponeringsmått, exponering mot generell AI och robotisering, som är skapade av Webb (2020).⁷ Dessa baseras på hur patent inom respektive teknologiklass som existerade år 2018 riktas mot arbetsuppgifter i olika yrken. Båda måtten mäter hur mycket dessa teknologier överlappar med de mänskliga kunskaper som behövs inom olika yrken. Ett högre överlapp tolkas som en högre exponering mot respektive teknologi.

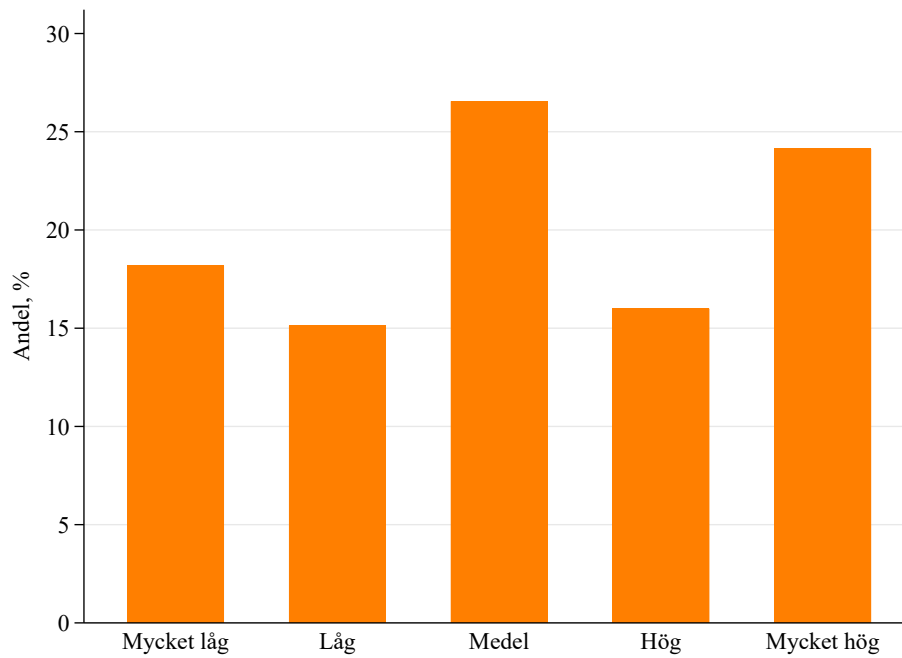
3 Exponering bland anställda

Vi inleder med en analys över hur exponerade olika grupper av anställda är för generativ AI. Den genomsnittliga exponeringsgraden är 52 enligt yrkesexponeringsmättet skapat av Felten m fl (2023). Figur 1 visar att det finns en stor spridning i exponeringsgraden på individnivå. Här delas anställda upp i fem grupper baserat på deras yrkesexponering och visar att nästan 25 procent av de anställda är mycket högt exponerade och att cirka 65 procent av de anställda är åtminstone medelhögt exponerade mot generativ AI.

Det finns även stora skillnader mellan industrier. Figur 2, panel A, delar in anställda efter den industri de arbetar i och beräknar den genomsnittliga exponeringen för varje industri. Figuren visar att det finns en omfattande spridning mellan industrier där Finans och Försäkringar och IKT och Media är de mest exponerade industrierna mot generativ AI. När vi tittar på mer detaljerade industrikategorier visar det sig att branscherna med högst exponering inkluderar juridisk och ekonomisk konsultverksamhet, försäkring, finansiella tjänster och förlagsverksamhet. Bland de minst generativ AI-exponerade industrierna finns byggnadssektorn samt mineralutvinning.

Hur relaterar då exponeringen mot generativ AI till det mer generella AI-mättet av Webb (2020)? Figur

⁷Även dessa exponeringsmått baserar sig på amerikanska SOC-yrkesklassificeringar, som vi sedan konverterat till SSK 2012.



Figur 1: Exponering mot generativ AI bland anställda

Figuren visar andelen anställda som är olika högt exponerade mot generativ AI år 2021. Exponering avser yrkesexponering baserat på mått av Felten m fl (2023). Mycket låg definieras som exponeringsgrad 1-20, låg som 21-40, medel som 41-60, hög som 61-80 och mycket hög som 81-100.

2, panel A, påvisar inget starkt samband på industrinivå mellan exponering mot de två olika AI-måtten. Att exponeringen på industrinivå skiljer sig åt mellan måtten bekräftas av att korrelationen endast är 0,1. Generellt tyder figuren på att generativ AI påverkar ett nytt spektrum av industrier som involverar högkvalificerat arbete och kreativitet.

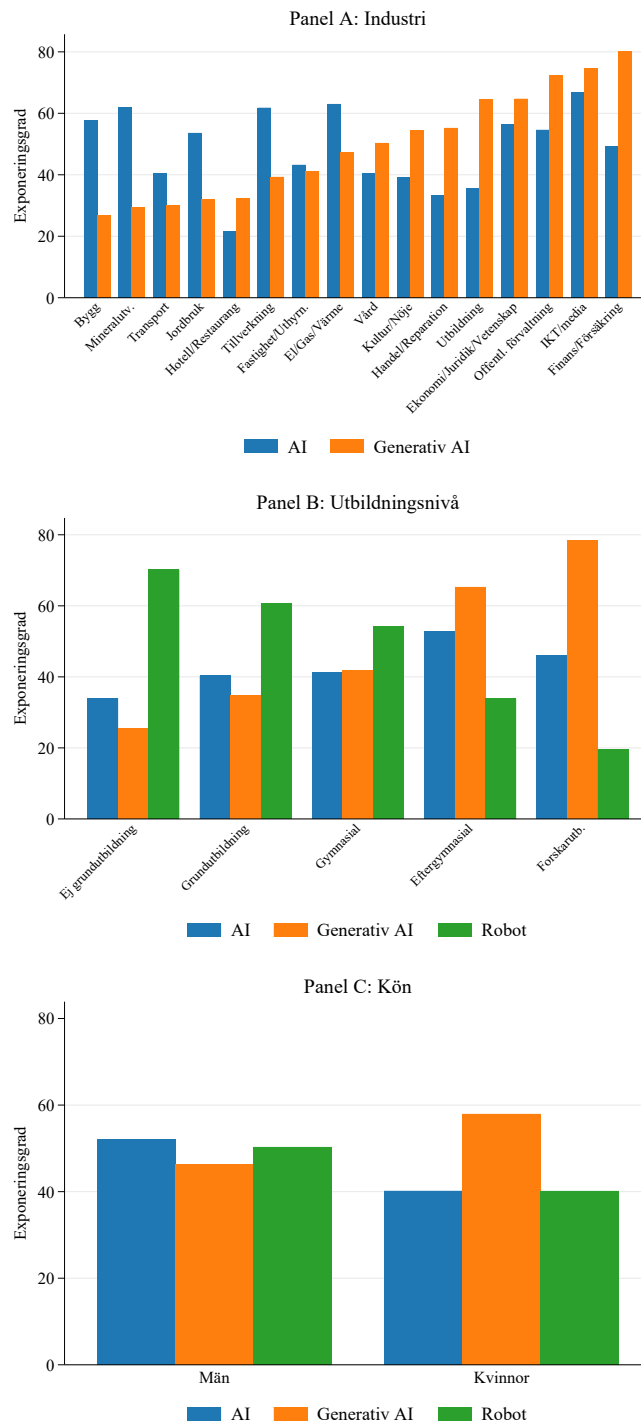
I panel B i figur 2 tittar vi på exponeringsgraden utifrån anställdas utbildningsnivå. Här ser vi att personer med högre utbildning i genomsnitt är mer exponerade mot både AI och generativ AI än de med lägre utbildning. Exponeringen mot generativ AI visar även en starkare koppling till utbildningsnivå jämfört med tidigare AI-teknologier. Detta står i skarp kontrast till robotisering där vi noterar det omvända mönstret, nämligen en lägre exponering ju högre utbildning som anställda har.⁸ När det kommer till kön visar panel C att män i genomsnitt är mer exponerade mot både AI och robotisering jämfört med kvinnor. Däremot är kvinnor i genomsnitt mer exponerade mot generativ AI än män och är även generellt sett mer exponerade mot denna teknologi än tidigare automatiseringsteknologier. Detta beror på att generativ AI påverkar yrkesroller och sektorer där kvinnor är mer representerade, medan traditionell AI och robotisering är vanligare i områden där män dominerar.

I figur 3 visar vi hur exponeringsgraden ser ut beroende på de anställdas inkomster. Panel A baserar sig på det direkta sambandet mellan exponering och inkomst och i panel B tar vi hänsyn till faktorer som kan påverka de anställdas position i inkomstfördelningen såsom utbildning, kön, ålder och region. Resultaten visar att individer med högre inkomster, alltså de som befinner sig i högre inkomstpercentiler, i genomsnitt är mer exponerade mot AI och speciellt mot generativ AI. Individer med lägre inkomster är däremot i genomsnitt mindre exponerade mot dessa teknologier. För robotisering ser vi återigen en motsatt trend: individer med lägre inkomster är högre exponerade mot robotisering, medan de med högre inkomster är mindre exponerade. Dessa resultat gäller både om man tittar på det direkta sambandet mellan exponering och inkomst i panel A och om vi beaktar diverse bakgrundsfaktorer i panel B. Detta innebär att dessa slutsatser gäller även för anställda med identisk utbildningsnivå, ålder, kön och region.⁹

Givet ovan resultat att kvinnor generellt sett är mer exponerade mot generativ AI genom sina yrken,

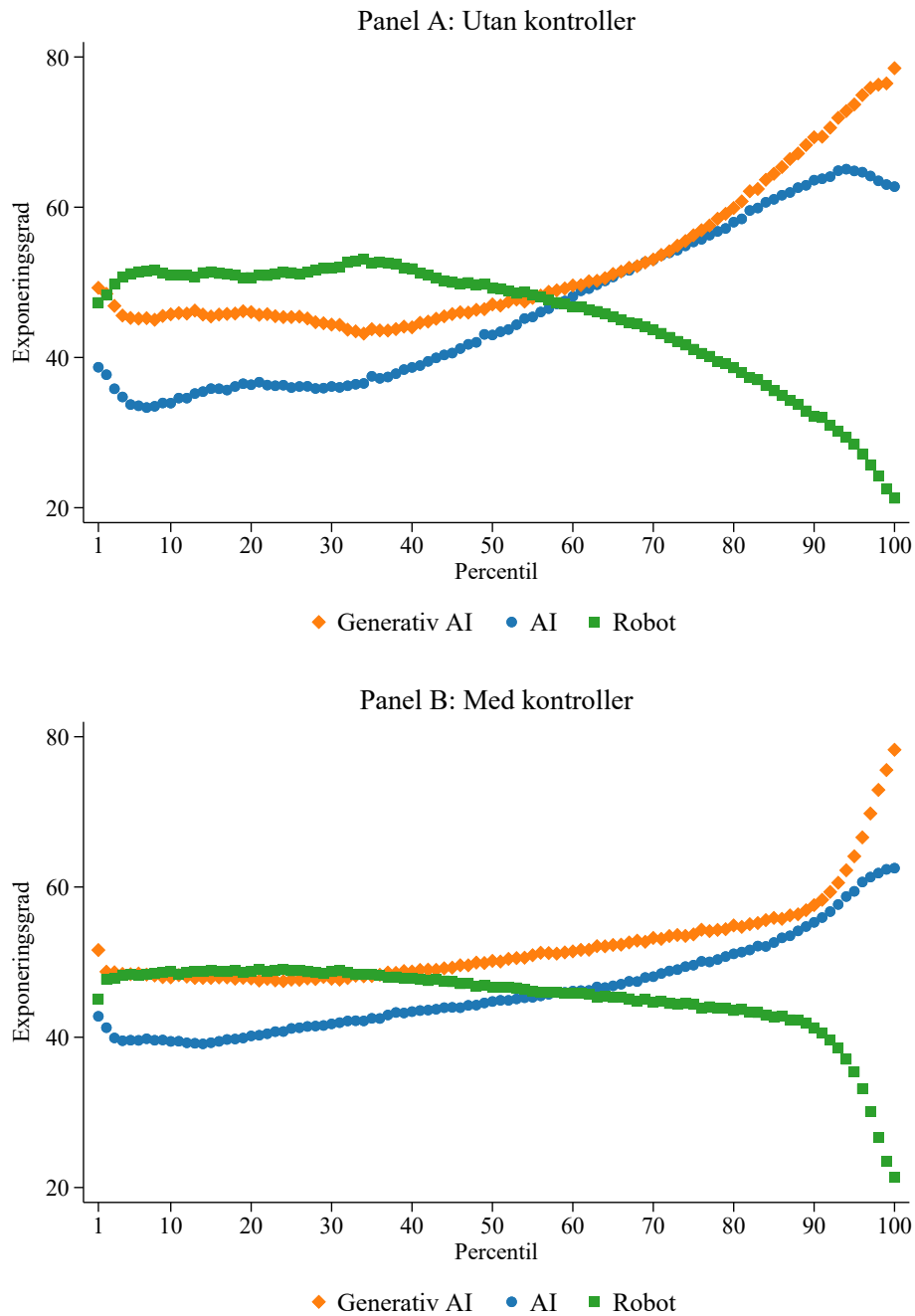
⁸ Detta resultat är i linje med Heyman m fl (2016) och Gardberg m fl (2020) som studerar exponering mot tidigare teknologier.

⁹ Samma slutsatser gäller även då vi kontrollerar för industri.



Figur 2: Anställdas exponering utifrån industritillhörighet, utbildningsnivå och kön

Figuren visar anställdas genomsnittliga exponering mot generativ AI, generell AI och robotar år 2021. Exponeringsgrad avser genomsnittlig yrkesexponering baserat på mått av Felten m fl (2023) för generativ AI och på mått av Webb (2020) för generell AI och robotar.



Figur 3: Exponering mot generativ AI och inkomster

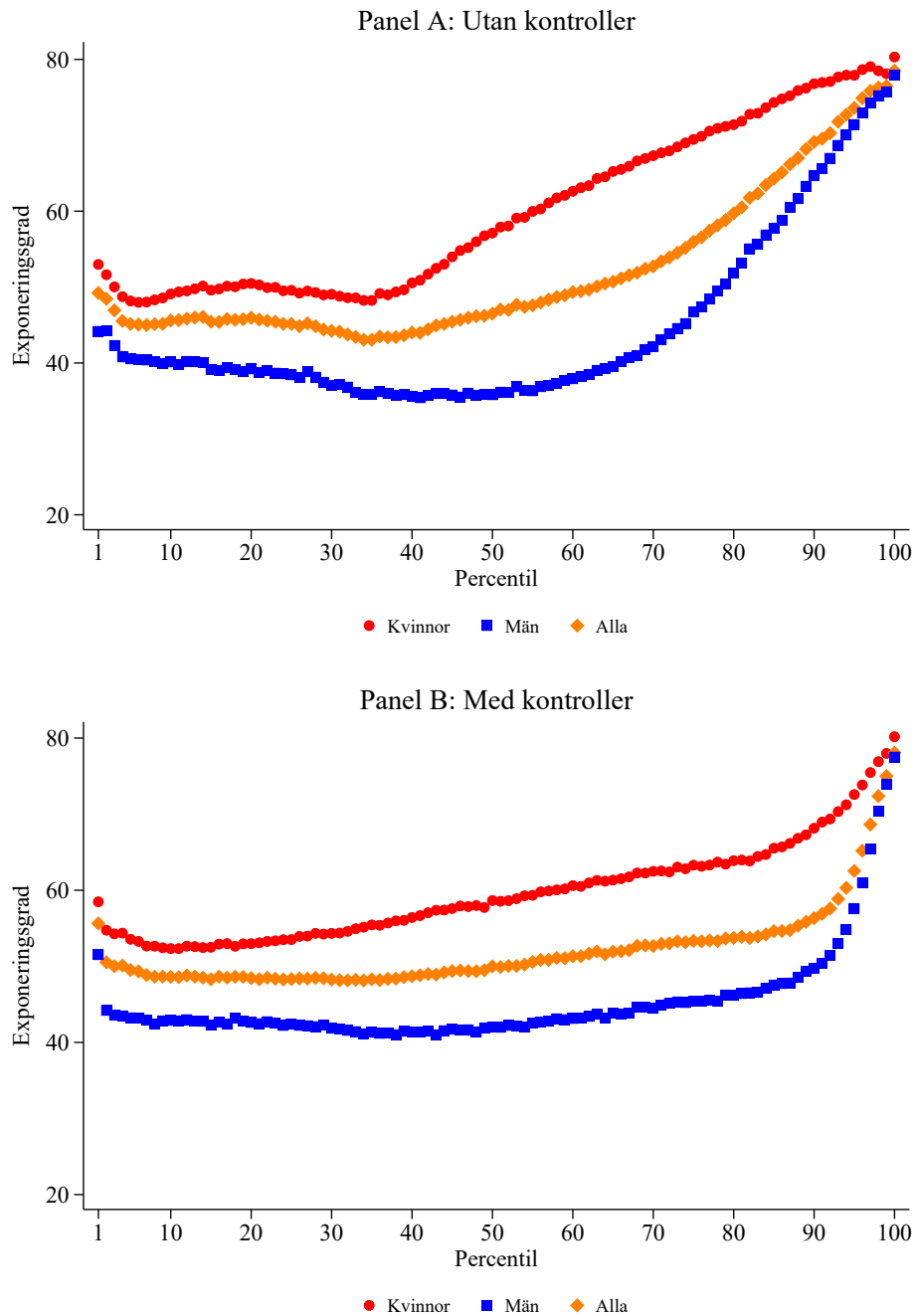
Figuren visar den genomsnittliga exponeringen mot generativ AI, generell AI och robotar över inkomstfördelningen bland anställda år 2021. Panel A är rådata medan panel B tar hänsyn till anställdas kön, utbildningsnivå, ålder samt i vilken region i Sverige de bor. Inkomster avser löneinkomster och exponeringsgrad avser genomsnittlig yrkesexponering baserat på mått av Felten m fl (2023) för generativ AI och på mått av Webb (2020) för generell AI och robotar.

tittar vi även på hur exponeringen ser ut för män respektive kvinnor över inkomstfördelningen. Figur 4 visar att kvinnor är generellt mer exponerade än män mot generativ AI över hela inkomstfördelningen och att sambandet mellan inkomst och generativ AI-exponering är väldigt positivt speciellt för kvinnor. Detta gäller både om vi beaktar det direkta sambandet mellan inkomster och exponering i panel A, och om vi kontrollerar för faktorer som tenderar att påverka inkomst såsom utbildning, ålder och region i panel B. Vidare visar panel A att både kvinnors och mäns exponeringsgrad är relativt konstanta upp till den 40:e percentilen, men att exponeringsgraden sedan ökar successivt för inkomster högre upp längs lönefördelningen, speciellt för kvinnor. En orsak till att högavlönade kvinnor är de som är mest exponerade mot generativ AI är att de tenderar att vara mer representerade i yrken där generativ AI har störst påverkan. Generativ AI kan dock både användas som ett komplement och som ett substitut till arbetskraften, så det är inte självklart hur denna nya teknologi kommer att påverka den framtida löneutvecklingen för högexponerade individer. Klart är i alla fall att kvinnor, och speciellt högavlönade (och även högutbildade) kvinnor, i högre grad jobbar i yrken som är mycket påverkade av generativ AI.

Analysen i detta avsnitt väcker frågan om generativ AI kommer att bli för akademiker vad robotisering har blivit för individer med yrken som mer kännetecknas av rutin. Medan robotisering främst påverkat manuella och rutinmässiga jobb som ofta innehas av låginkomsttagare (och personer i mitten av lönefördelningen), verkar generativ AI påverka yrken som kräver högre utbildning och som oftare innehas av höginkomsttagare. Detta kan innebära att vi kommer att se en omvälvning inom yrken som traditionellt sett har varit mindre berörda av teknologisk disruption, vilket kan få långtgående konsekvenser för arbetsmarknadens struktur och dynamik.

4 Exponering på företagsnivå

I detta avsnitt undersöker vi vilka företag som förväntas ha störst nytta av generativ AI baserat på hur exponerade deras anställda är mot generativ AI i genomsnitt. En högre genomsnittlig yrkesexponering innebär att företagets arbetsuppgifter i större utsträckning kan utföras effektivare eller automatiseras med hjälp av generativ AI, vilket betyder att högexponerade företag därmed har större potential att öka sin produktivitet



Figur 4: Exponering mot generativ AI och inkomster för män och kvinnor

Figuren visar kvinnors och mäns genomsnittliga exponeringsgrad mot generativ AI år 2021 över inkomstfördelningen. Panel A är rådata medan panel B tar hänsyn till anställdas utbildningsnivå, ålder samt i vilken region i Sverige de bor. Inkomster avser löneinkomster och exponeringsgrad avser genomsnittlig yrkesexponering baserat på mått av Felten m fl (2023).

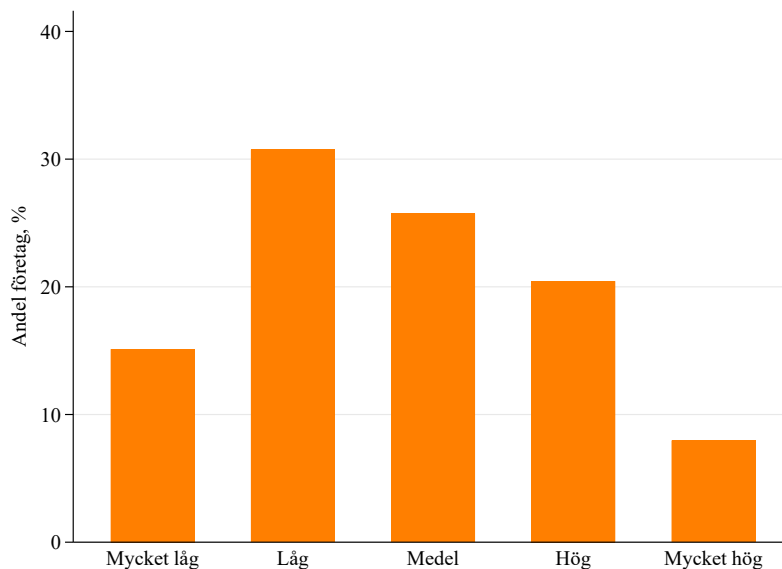
och konkurrenskraft.

Figur 5 visar att cirka 30 procent av företagen har en hög eller mycket hög exponering mot generativ AI medan runt 45 procent är lågt eller mycket lågt exponerade. Vilka typer av företag är då mest exponerade mot generativ AI? För att svara på denna fråga undersöker vi hur olika egenskaper hos företagen samvarierar med deras exponering mot AI. Vi börjar med att studera fördelningen av företag i termer av storlek, mätt som omsättning. I figur 6, panel A, delar vi in företagen i percentiler baserat på omsättning och beräknar den genomsnittliga yrkesexponeringen på företagsnivå för varje percentil. Analysen visar att företag med större omsättning, med undantag för företag i de allra lägsta percentilerna, tenderar att ha en högre genomsnittlig exponering mot AI och generativ AI bland sina anställda.¹⁰ Detta visar att större företag, med högre omsättning, har fler arbetsuppgifter som kan utföras av generativ AI. Mönstret är dock annorlunda när det gäller exponering mot robotisering: företag med lägre omsättning tenderar att ha en högre exponering mot robotisering.

I panel B delar vi in företagen i percentiler baserat på de anställdas genomsnittliga utbildningsnivå och beräknar den genomsnittliga yrkesexponeringen på företagsnivå för företagen i varje percentil. Analysen visar att företag med en högre genomsnittlig utbildningsnivå bland de anställda tenderar att vara mer exponerade mot AI och speciellt generativ AI i genomsnitt. Detta innebär att företag med högre utbildningsnivå bland sina anställda, i likhet med större företag, har arbetsuppgifter som kan utföras effektivare eller automatiseras med hjälp av generativ AI. Återigen ser vi en motsatt trend för robotisering: företag med anställda med en högre utbildningsnivå tenderar att ha en lägre exponering mot robotisering.

Slutligen analyserar vi sambandet mellan exponering och företagets produktivitet, där vi definierar produktivitet som förädlingsvärde per anställd. Här kontrollerar vi för företagets industri, kapitalintensitet (total kapitalstock per anställd), genomsnittslön, de anställdas genomsnittliga utbildningsnivå och företagets ålder. Detta innebär att resultaten gäller för företag inom samma industri med liknande antal anställda, kapitalintensitet, genomsnittslön, utbildningsnivå bland de anställda och företagsålder. Panel C i figur 6 visar att företag med högre produktivitet, dvs företag som befinner sig mer till höger i fördelningen, i genomsnitt är

¹⁰Resultaten är mycket lika om vi definierar storlek utifrån antalet anställda.



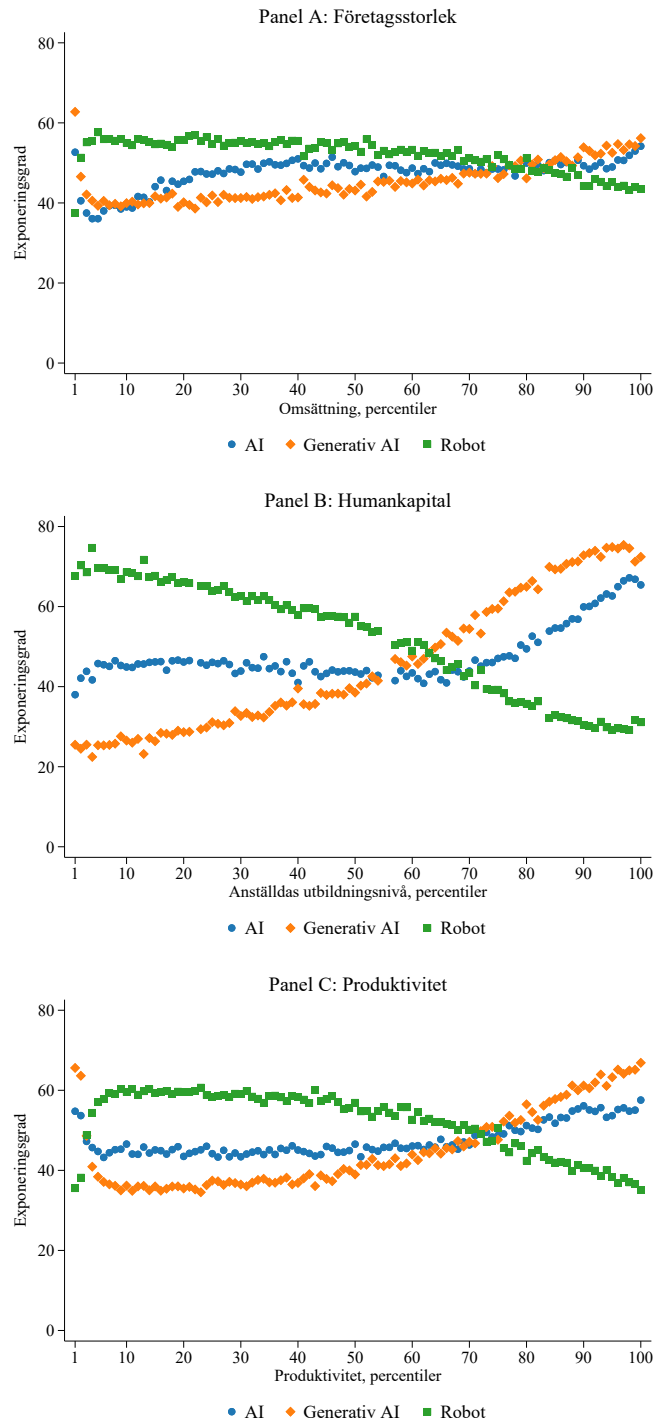
Figur 5: Företagens exponering mot generativ AI

Figuren visar andelen företag som är olika högt exponerade mot generativ AI år 2021. Exponeringsgrad avser genomsnittlig yrkesexponering baserat på mått av Felten m fl (2023). Mycket låg definieras som exponeringsgrad 1-20, låg som 21-40, medel som 41-60, hög som 61-80 och mycket hög som 81-100.

mer exponerade mot AI och generativ AI.¹¹ Samtidigt ser vi att företag med högre produktivitet är mindre exponerade mot robotisering.

Det är värt att notera att robotisering är en automatiseringsprocess som har pågått länge, och mer produktiva (eller större) företag kan redan ha automatiserat bort många rutinuppgifter. Detta kan förklara varför företag med högre produktivitet är mindre exponerade mot robotisering än företag med lägre produktivitet. Företag som redan har implementerat robotisering har sannolikt även nått en högre produktivitetsnivå jämfört med företag som ännu inte har genomgått samma grad av automatisering.

¹¹Ett undantag är företag i de allra lägsta percentilerna, i företag med väldigt låg produktivitet är exponeringen mot generativ AI hög.



Figur 6: Företagens exponering mot generativ AI

Figuren visar företagens genomsnittliga exponeringsgrad mot generativ AI år 2021. Exponeringsgrad avser genomsnittlig yrkesexponering på företagsnivå baserat på mått av Felten m fl (2023). Panel C tar hänsyn till företagets ålder, kapitalintensitet, de anställdas utbildningsnivå, genomsnittslön och industri.

5 Var skapas AI-jobben?

Låt oss nu titta på var AI-jobben skapas. Det är svårt att få en detaljerad överblick av AI-investeringar på företagsnivå och det är också en utmaning att definiera vad som utgör AI-investeringar. I vår studie använder vi därför investeringar i humankapital med AI-kompetens som en indikator på AI-investeringar, mer specifikt baserat på företagens nyrekryteringar. Företag kan som nämnts ovan investera i immateriellt eller fysiskt AI-kapital eller i AI-humankapital; här fokuserar vi på investeringar i AI-humankapital genom nyanställningar.

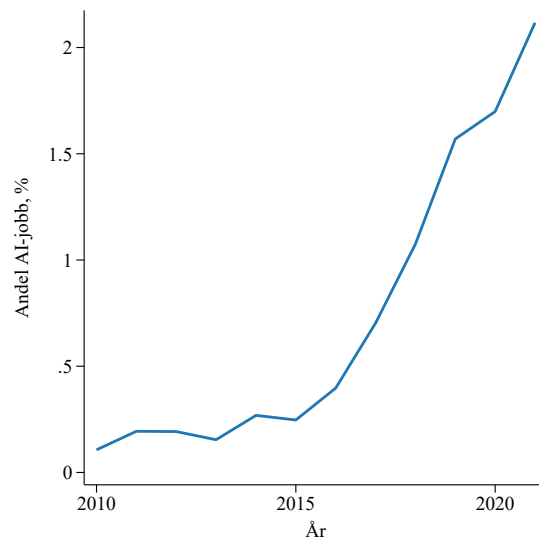
Vi använder jobbannonsdata från Arbetsförmedlingens s.k. Platsbank för åren 2010–2021.¹²

Genom att använda textanalys av samtliga jobbannonsers innehåll kan vi identifiera vilka företag som aktivt söker efter arbetskraft med AI-kompetens. Vi länkar sedan dessa jobbannonser till företagsdata från SCB och analyserar som ovan samtliga företag i näringslivet med minst tio anställda. Denna metod ger oss insikter om vilka företag som investerar i AI-relaterat humankapital, vilket är en viktig komponent för att förstå spridningen och utvecklingen av AI inom näringslivet. Vi utgår i denna analys från metoder framtagna av Acemoglu m fl (2022) och Babina (2024) för att skapa mått på till vilken grad jobb är AI-relaterade. I den algoritm som används omvandlas de efterfrågade egenskaperna i jobbannonserna till ett värde mellan 0 och 1 beroende på hur nära besläktade de är med grundläggande AI-egenskaper. Alla kvalifikationer som efterfrågas poängsätts sedan utifrån hur många gånger de nämns i samma jobbannons som någon grundläggande AI-egenskap.¹³ Varje jobbannons AI-värde beräknas slutligen som ett genomsnitt av alla egenskaper och kvalifikationer som efterfrågas i annonsen, och jobbannonsernas AI-värde kan sedan aggregeras upp till ett mått på företagsnivå. På företagsnivå kan måttet tolkas som i vilken omfattning AI-kvalifikationer efterfrågas i företagets nyrekryteringar.

Baserat på Arbetsförmedlingens jobbannonsdata visar figur 7 hur andelen AI-tjänster i förhållande till alla utannonserade tjänster har utvecklats över tid under perioden 2010–2021. Mellan 2010 och 2015 låg

¹²Platsbanken är en elektronisk anslagstavla för företag som vill annonsera lediga tjänster publikt. För att få annonsera i Platsbanken måste annonsören vara verksam i Sverige och finnas i företagsregistret hos SCB. Privatpersoner får inte annonsera i Platsbanken.

¹³Exempelvis om Python nämns 100 gånger, och 50 gånger i jobbannonser där något av de grundläggande AI-egenskaper nämns, så får själva egenskapen Python ett värde på $50/100=0.5$.

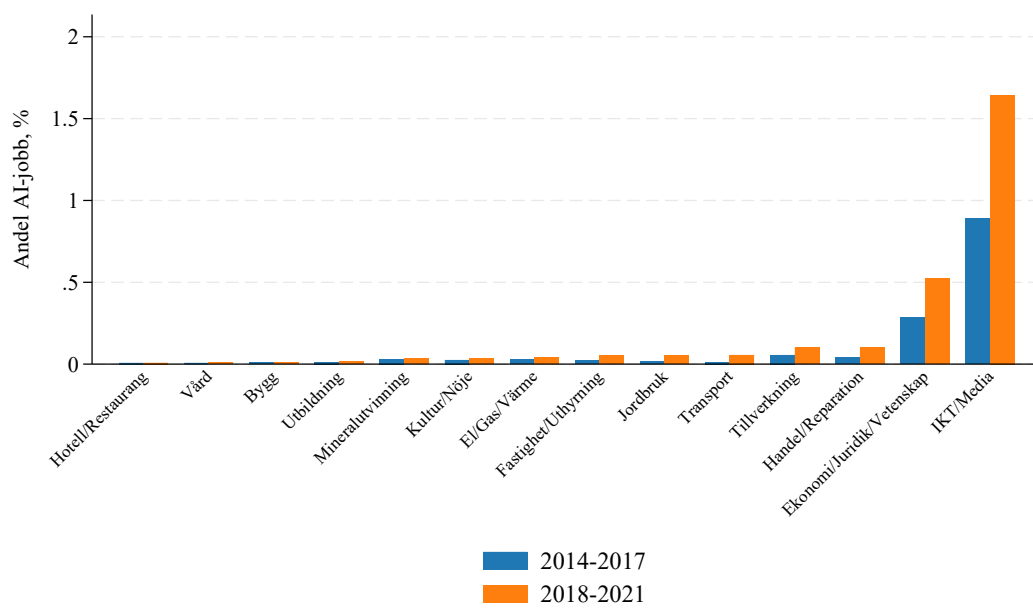


Figur 7: AI-jobb 2010–2021

Figuren visar andelen AI-relaterade jobb som utlysts på Arbetsförmedlingens Platsbank år 2010–2021.

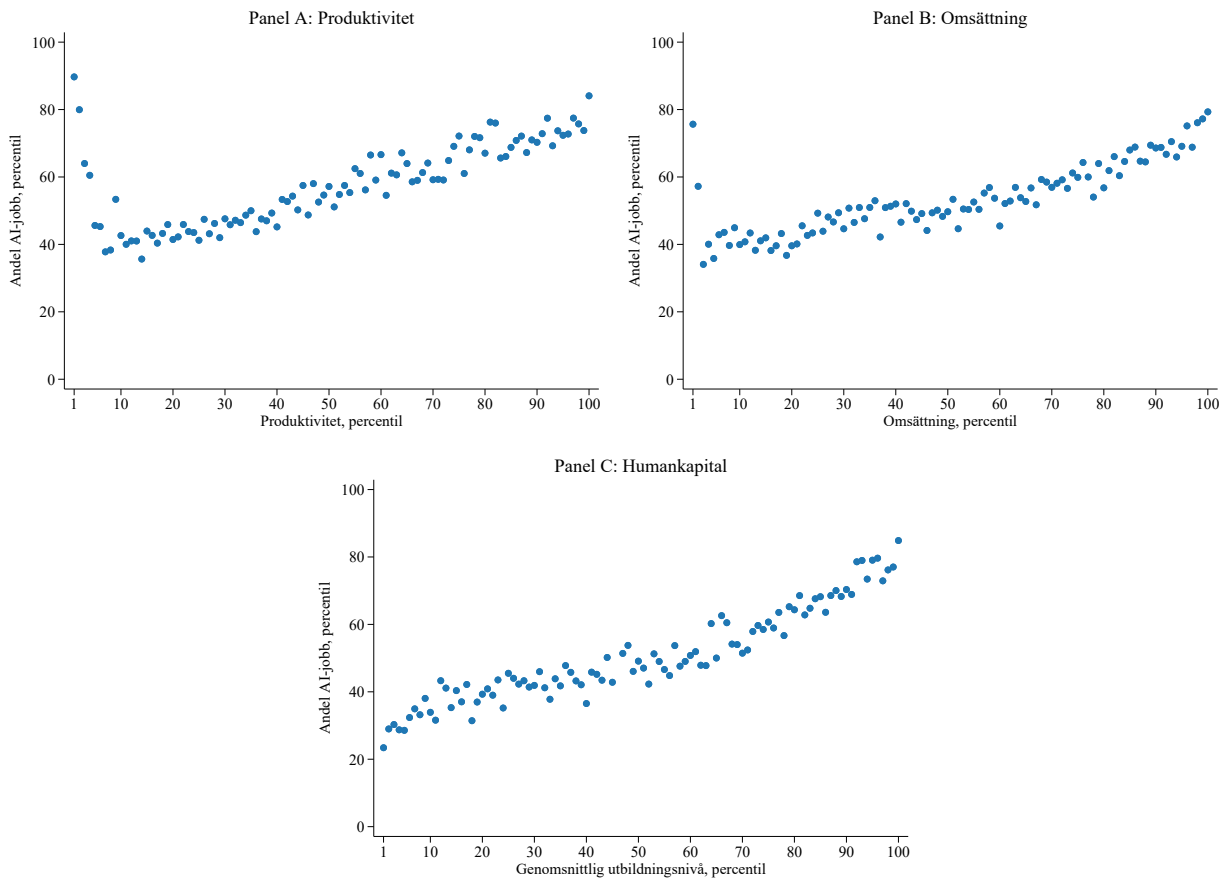
andelen stabilt runt i princip noll (0,2-0,3 procent). Efter det ses dock en markant ökning av AI-tjänster under den resterande delen av perioden, där nivån 2021 överstiger 2 procent. Det är dock viktigt att notera att inte alla företag använder Arbetsförmedlingen för att lägga ut arbetsannonser. Många företag rekryterar via andra kanaler, såsom andra rekryteringsplattformar, genom så kallad "headhunting" eller interna rekryteringar. Därför representerar dessa data ett begränsat urval av alla svenska företag. Trots detta begränsade urval ser vi att trenden för AI-jobb i arbetsannonserna via Arbetsförmedlingen är mycket lik AI-jobbtrenderna i USA (se Acemoglu m fl (2022) och Babina (2024)). Detta tyder på att även om data inte täcker alla företags annonser, ger det en tillförlitlig indikation på den övergripande efterfrågeutvecklingen av AI-kompetens på den svenska arbetsmarknaden.

I figur 8 analyserar vi fördelningen av utannonserade AI-tjänster över olika industrier. Som i föregående figur är urvalet begränsat till företag som använder Arbetsförmedlingen för att annonsera jobb. Vår analys visar att en övervägande majoritet av AI-jobben skapas inom IKT- och medieindustrin, samt inom Ekonomi, juridik, forskning och utveckling och vetenskap. Detta indikerar att dessa sektorer leder utvecklingen när det gäller att integrera AI-kompetens i sina verksamheter.



Figur 8: I vilka industrier skapas AI-jobben?

Figuren visar andelen AI-jobb som utlysts på Arbetsförmedlingens Platsbank åren 2014–2017 och 2018–2021 fördelat på olika industrier.



Figur 9: Företagskaraktäristika och AI-jobben

Figuren visar hur andelen AI-jobb korrelerar med företagets produktivitet i panel A, omsättning i panel B, och humankapital (genomsnittlig utbildningsnivå bland de anställda) i panel C, alla definierade i termer av percentilranking år 2021.

Figur 9 visar hur utlysta AI-relaterade tjänster samvarierar med olika egenskaper hos företagen. Urvalet omfattar samtliga företag i näringslivet år 2021 med minst tio anställda som har annonserat på Platsbanken hos Arbetsförmedlingen. Trots det specifika urvalet ger det värdefulla insikter om efterfrågan på AI-kompetens.

Panel A visar hur utlysta AI-relaterade tjänster korrelerar med företagets produktivitet. Vi observerar att företag med hög produktivitet, definierat som högre förädlingsvärde per anställd, i genomsnitt har fler AI-relaterade jobbannonser. Detta tyder på att mer produktiva företag är mer benägna att investera i AI-kompetens. Ett undantag är företag med mycket låg produktivitet, särskilt i de fyra lägsta percentilerna, som också visar en hög andel nya AI-jobb. Stora investeringar i AI-humankapital kan kortsiktigt påverka förädlingsvärdet per anställd negativt, särskilt i mindre företag. En annan möjlig förklaring är att många av dessa företag är nystartade och investerar kraftigt i AI.

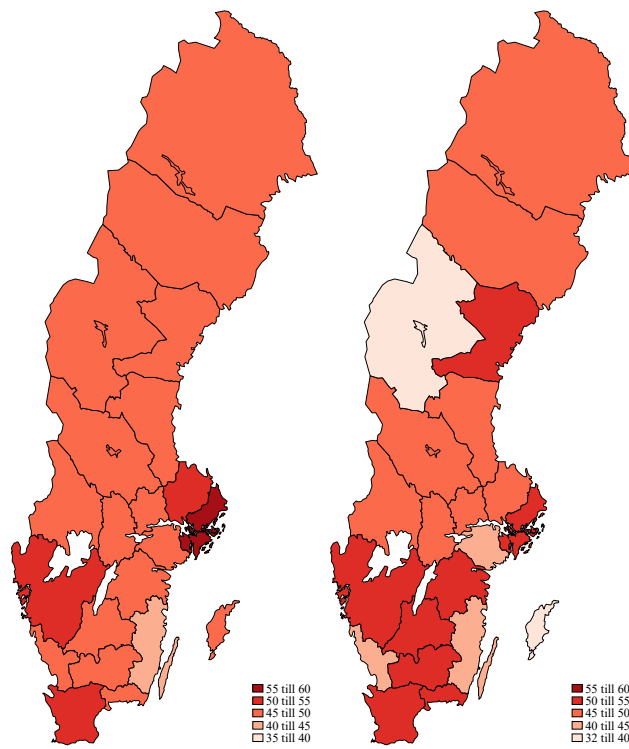
Vidare analyserar vi i panel B hur nya AI-jobb fördelas över företagsstorlek baserat på omsättning. Resultaten visar att nya AI-jobb är vanligare bland företag med hög omsättning, vilket kan förklaras av att större företag har fler resurser att investera i avancerade teknologier som AI. Ett undantag är företag med mycket låg omsättning som också visar en hög andel AI-jobbannonser. Dessa företag är troligtvis nystartade och satsar stort på AI som en strategisk investering för framtida tillväxt och innovation.

I panel C visas hur nya AI-jobb fördelas utifrån företagets humankapital, mätt som den genomsnittliga utbildningsnivån bland de anställda. Analysen visar att nya AI-jobb är vanligare bland företag med högre humankapital, vilket indikerar att företag med en högre koncentration av välutbildade medarbetare är mer benägna att försöka rekrytera individer med AI-kompetens. Dessa företag har sannolikt större kapacitet och resurser att integrera avancerade teknologier som AI, vilket kan förbättra deras produktivitet och innovationsförmåga. Investeringar i AI-humankapital kan därmed stärka deras position som ledare inom sina respektive industrier.

6 Exponering på regional nivå

En viktig fråga är slutligen om det finns regionala skillnader i AI-exponering och var AI-jobben skapas. Är det storstäderna som kommer påverkas mest av generativ AI eller kommer hela Sverige att påverkas? Figur 10 visar den regionala variationen i yrkesexponering mot generativ AI och utannonserandet av nya AI-jobb. I den vänstra figuren har vi delat in alla anställda efter region och sedan beräknat den genomsnittliga exponeringen mot generativ AI för varje region. Figuren visar att det är storstadsregionerna som är högst exponerade mot generativ AI, där Region Stockholm sticker ut, medan övriga regioner är lägre exponerade.¹⁴ Den högra figuren visar i vilka regioner som flest AI-relaterade tjänster har utlysts på Arbetsförmedlingens platsbank. Även här sticker storstadsregionerna ut, men skillnaderna mot övriga regioner är mindre än för exponering. Exempelvis är efterfrågan i Västernorrlands län relativt hög. Överlag finner vi dock att storstadsregionerna inte bara är mer exponerade för generativ AI, utan också är de främsta platserna där AI-jobb skapas.

¹⁴ Detta resultat kan jämföras med Heyman och Persson (2019) som finner att storstadsregioner har anställda med lägst genomsnittlig automatiseringssannolikhet baserat på äldre teknologier.



Figur 10: Regional exponering och AI-jobb

Figuren visar hur svenska regioner är exponerade mot generativ AI (vänstra figuren) och var AI-jobb har utlysts (högra figuren) år 2021.

7 Sammanfattning

Användning av generativ AI har på kort tid ökat kraftigt och förutspås ha stor inverkan på företag och arbetskraft. I denna artikel analyserar vi exponeringen på individ-, företags-, och regionnivå i Sverige med hjälp av omfattande registerdata. Vi visar att Sveriges ekonomi är kraftigt exponerad mot generativ AI. På individnivå är exponeringsgraden särskilt hög bland högutbildade och höglönlade personer samt bland kvinnor. På företagsnivå är exponeringen störst bland redan produktiva, större företag med hög andel högutbildade anställda.

Genom att analysera jobbbannonser finner vi att det är också precis dessa företag som investerar mest i humankapital relaterat till AI. Det finns därmed skäl att anta att det är även de större och mer produktiva företagen som kommer att dra mest nytta av generativ AI, både på grund av att de är mest exponerade mot teknologin och därmed har störst potential att effektivisera sin verksamhet med hjälp av den, samt att det även verkar vara de som investerar mest i ny teknologi. På regional nivå finner vi att exponeringen och humankapitalinvesteringarna är mest omfattande i storstäderna.

Referenser

- Acemoglu, Daron. "The Simple Macroeconomics of AI". NBER Working Paper No. 32487, 2024.
- Acemoglu, Daron, David Autor, Jonathon Hazell och Pascal Restrepo, Pascual. "Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies". *Journal of Labor Economics*, 2022.
- Acemoglu, Daron och Pascual Restrepo. "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets". *Journal of Political Economy*, 2020, 128:6, 2188-2244.
- Adermon, Adrian, och Magnus Gustavsson. "Job polarization and task-biased technological change: Evidence from Sweden, 1975–2005". *The Scandinavian Journal of Economics*, 2015, 117:3.
- Babina, Tania, Anastassia Fedyk, Alex Xi He, och James Hodson. "Artificial Intelligence, Firm Growth, and Industry Concentration." *Journal of Financial Economics*, Vol. 151, 2024.
- Brynjolfsson, Erik, Danielle Li, och Lindsey Raymond. "Generative AI at Work." Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, April 2023.
- Engberg, Erik, Holger Görg, Magnus Lodefalk, Farrukh Javed, Martin Längkvist, Natália Monteiro, Hildegunn Kyvik Nordås, Giuseppe Pulito, Sarah Schroeder och Aili Tang. "AI Unboxed and Jobs: A Novel Measure and Firm-Level Evidence from Three Countries, ORU Working Paper 13/2023, 2023.
- Eisfeldt, Andrea L., Gregor Schubert, och Miao Ben Zhang. "Generative AI and Firm Values." *SSRN Electronic Journal*, 2023.
- Eloundou, Tyna, Sam Manning, Pamela Mishkin, och Daniel Rock. "GPTs Are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models," 2023.
- Felten, Edward W., Manav Raj, och Robert Seamans. "Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses". *Strategic Management Journal*, 2021.
- Felten, Edward W., Manav Raj, och Robert Seamans. "Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI." *SSRN Electronic Journal*, 2023.
- Gardberg, Malin, Fredrik Heyman, Pehr-Johan Norbäck och Lars Persson. "Digitization-based automation and occupational dynamics", *Economics Letters*, Vol. 189, April 2020.
- Gidehag, Anton. "En kartläggning av AI-användning och produktivitet bland svenska företag." *Tillväxtanalys*,

2023.

Graetz, Georg. "Technological Change och the Swedish Labor Market, rapport till Finanspolitiska rådet 2020.

Heyman, Fredrik, Pehr-Johan Norbäck och Lars Persson, "Digitaliseringens dynamik – en ESO-rapport om strukturomvandlingen i svenskt näringsliv", rapport till Expertgruppen för Studier i offentlig ekonomi (ESO), 2016:4.

Heyman, Fredrik och Lars Persson, "En regional analys av digitalisering och jobbpolarisering i det svenska näringslivet, underlagsrapport till Långtidsutredningen 2019", SOU 2019:65, 2019.

Jha, Manish, Jialin Qian, Michael Weber, och Baozhong Yang. "ChatGPT and Corporate Policies," 2024.

Lodefalk, Magnus. "Artificiell intelligens och jobben." Ratio, 2024.

McElheran, Kristina, J. Frank Li, Erik Brynjolfsson, Zachary Kroff, Emin Dinlersoz, Lucia Foster, och Nikolas Zolas. "AI Adoption in America: Who, What, and Where." Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, October 2023.

Noy, Shakked, och Whitney Zhang. "Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence." Science 381, no. 6654, July 14, 2023).

SCB. "Förhöjd innovation – En mikrodataanalys om AI och innovation", 2023

Webb, Michael. "The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market", 2020.