

Analyse | kraka

29. maj 2024

Automatiseringspotentialiet i byggebranchen

Af Ninja Ritter Klejnstrup og Anne Sophie Hækkerup

Kraka-Deloitte har vurderet, at de seneste to års teknologiske udvikling har øget potentialet for automatisering i dansk økonomi med 15 pct.-point, så 46 pct. af lønmodtagernes arbejdstid i dag teknisk set ville kunne automatiseres. Denne analyse viser, at potentialet i byggebranchen er lidt større end for økonomien som helhed, og at en indfrielse vil kunne modvirke de seneste års tendens til faldende arbejdsproduktivitet i branchen.

- 49 pct. af arbejdstiden i byggeriet kan teknisk set automatiseres. Heraf skyldes 16 pct.-point alene den teknologiske udvikling siden 2022, herunder inden for generativ AI.
- Anlægsentreprenører er den underbranche i byggeriet, der har det højeste automatiseringspotentiale, nemlig 53 pct. af arbejdstiden.
- Blandt de stillingstyper, der beskæftiger flest i byggeriet, er elektrikerarbejde den, der påvirkes mest af de seneste års teknologiske udvikling. Mens under en fjerdedel af arbejdstiden kunne automatiseres i 2022, gælder det over halvdelen af arbejdstiden i dag.
- Hvis hele det tekniske potentiale indfries over en periode på 35 år, kan den årlige produktivitetsvækst i byggebranchen blive 2 pct. alene som følge af automatisering. Automatisering har altså potentiale til at vende mange års manglende produktivitetsvækst i branchen og i stedet skabe høj produktivitetsvækst.

Kontakt

Ledende økonom
Ninja Ritter Klejnstrup
Tlf. 5371 5385
E-mail nrk@kraka.dk

Studertermedarbejder
Anne Sophie Hækkerup
Tlf. 2980 3088
E-mail ash@kraka.dk



Deloitte

Kraka er finansieret af Realdania, Deloitte og en række øvrige bidragsydere. Se kraka.dk

Automatisering og AI fylder i den offentlige samtale

Vi undersøger byggeriets automatiseringspotentiale, ...

... som er et mål for, hvad det er muligt at automatisere

Forskel ml. potenti-ale i '22 og '24 af-spejler bl.a. GenAI

Byggeriet har lidt højere potentiale end hele økonomien

1. Automatiseringspotentialet i byggeriet

Automatisering og kunstig intelligens er emner, der har ligget højt på dagsordenen i de seneste år. Udviklingen inden for generativ kunstig intelligens (GenAI), fx chatbotten ChatGPT, har medført, at maskiner i dag kan udføre opgaver, som kun få havde forestillet sig indtil for ganske nyligt. Det øger potentialet for automatisering i økonomien generelt, herunder også i byggebranchen specifikt. På den ene side giver de teknologiske fremskridt derigennem anledning til optimistiske forventninger til produktivitetstigninger. På den anden side har udviklingen dog også skabt bekymringer for jobtab og en mere ulige indkomstfordeling.

I denne analyse sætter vi fokus på potentialet for automatisering og deraf følgende produktivitetstigning i byggebranchen. Analysen ligger i forlængelse af Klejnstrup og Gotfredsen (2024), der undersøgte automatiseringspotentialet for dansk økonomi.¹

Det tekniske automatiseringspotentiale i denne analyse er et mål for, hvor meget af lønmodtagernes arbejdstid, det er teknisk muligt at automatisere med den eksisterende teknologi, herunder fx både robotteknologi og AI. Det vil sige, at vi ikke tager stilling til, om automatisering i en given sammenhæng er økonomisk rentabelt og socialt acceptabel på nuværende tidspunkt. Automatiseringspotentialet er altså et mål for, hvad det er teknisk *muligt* at automatisere, og ikke hvad der rent faktisk kommer til at *blive* automatiseret.

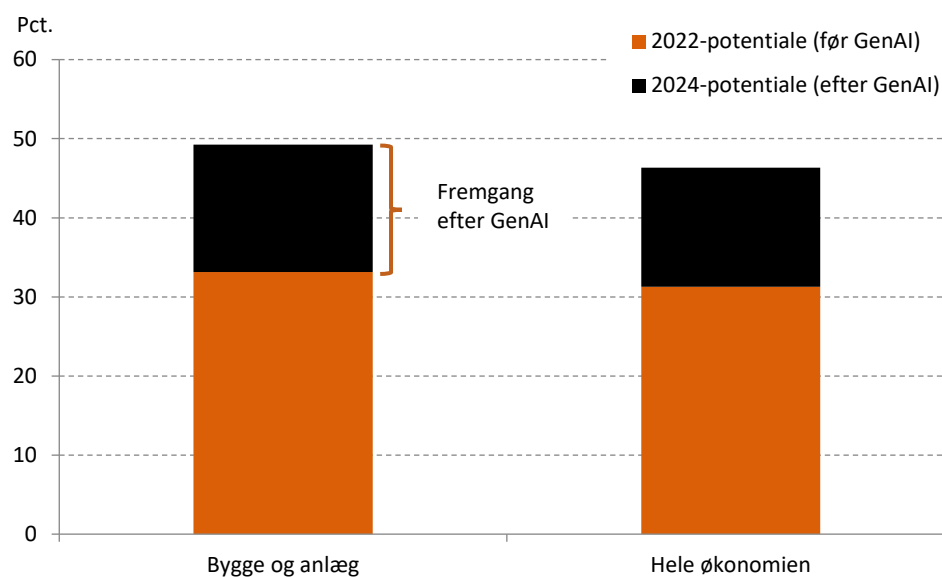
For at estimere automatiseringspotentialet har vi fået hjælp af 18 eksperter indenfor kunstig intelligens og robotteknologi til at vurdere automatiseringspotentialet af 92 forskellige menneskelige funktioner (fx evner og færdigheder), som indgår i udførelsen af forskellige job. Tilgangen er beskrevet i afsnittet Metode nedenfor. Da OECD i 2022 bad en række eksperter om at vurdere automatiseringspotentialet af præcis sammen funktioner, har vi desuden et grundlag for at vurdere, hvad de seneste to års teknologiske udvikling, først og fremmest indenfor GenAI, har betydet for automatiseringspotentialet i økonomien.

Det tekniske automatiseringspotentiale i byggebranchen er lidt højere end i hele økonomien, jf. Figur 1.² Imens 46 pct. af lønmodtagernes arbejdstid kan automatiseres i den samlede danske økonomi, gælder det for 49 pct. af arbejdstiden hos lønmodtagerne i byggebranchen. Den del af automatiseringspotentialet, som er drevet af de seneste par års teknologiske udvikling, herunder indenfor GenAI, er også lidt højere i byggeriet (16 pct.-point) end i resten af økonomien (15 pct.-point).

¹ Denne analyse er lavet på opfordring af Grundejernes Investeringsfond.

² Afgrænsningen af bygge og anlæg følger Danmarks Statistiks 10-gruppering af DB07 branchekoden. For nærmere dokumentation af denne henvises til Danmarks Statistiks hjemmeside: <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/nomenklaturer/db07>.

Figur 1 Det tekniske automatiseringspotentiale i byggebranchen og hele dansk økonomi



Anm.: Automatiseringspotentialet angiver andelen af den samlede arbejdstid for lønmodtagere, der kan automatiseres vha. eksisterende teknologi. 2022-potentialet er udregnet på baggrund af ekspertvurderingerne fra OECD (2022). Forskellen mellem de vurderinger, OECD fik foretaget i 2022, og vores eksperter vurderinger, tilskrives vi den teknologiske udvikling, der har fundet sted i den mellemliggende periode, herunder inden for GenAI. Se Klejstrup og Gotfredsen (2024) for en detaljeret beskrivelse.

Afgrænsningen af bygge og anlæg følger Danmarks Statistiks 10-gruppering af DB07 branchekoden.

Kilde: Egne beregninger baseret på eget eksperter survey, OECD Expert Survey on Skills and Abilities Automatability (OECD 2022), OpenAIs GPT-4, O*NET og Danmarks Statistiks registre.

Også underbrancher i byggeriet har højere potentiale

Alle underbrancher i byggeriet har et højere automatiseringspotentiale end dansk økonomi generelt med undtagelse af *byggeentreprenører*, der har et lige så højt automatiseringspotentiale som dansk økonomi, jf. Figur 2.³ Helt i top med højest automatiseringspotentiale ligger *anlægsentreprenører*, hvor 53 pct. af arbejdstiden teknisk set kan automatiseres.

GenAI påvirker underbrancher meget forskelligt ...

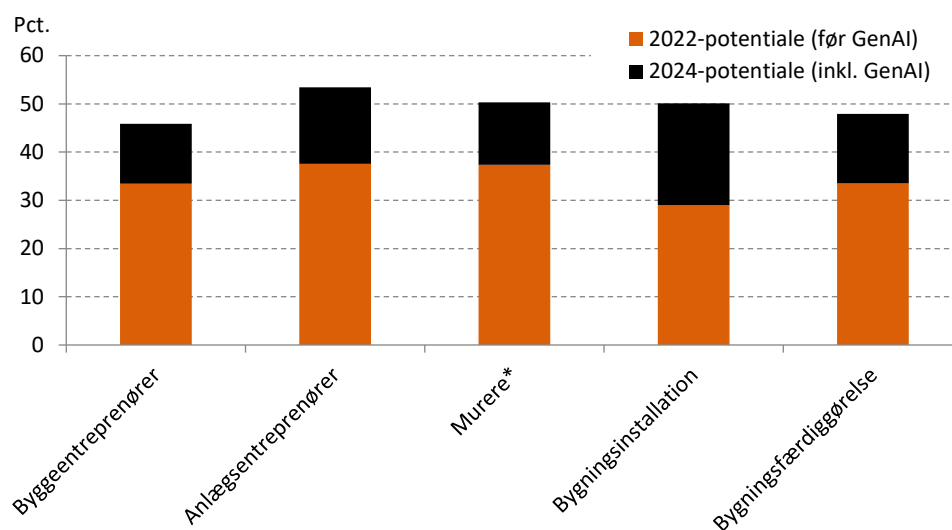
Der er stor forskel på, hvad de seneste to års teknologiske udvikling betyder for automatiseringspotentialet i byggeriets underbrancher. Imens automatiseringspotentialet er steget med 21 pct.-point indenfor *byggningsinstallation*, er den kun steget med 12 pct.-point indenfor underbranchen *byggeentreprenører*.

... og ændrer, hvilke underbrancher der har størst potentiale

Byggningsinstallation er et godt eksempel på, at de seneste års teknologiske udvikling har ændret på, hvilke grupper der har det højeste automatiseringspotentiale. I 2022, inden GenAI, havde *byggningsinstallation* et relativt lavt automatiseringspotentiale på 29. pct af arbejdstiden, hvilket lå under gennemsnittet for økonomien og de øvrige underbrancher i bygge og anlæg. I 2024 efter fremkomsten af GenAI er automatiseringspotentialet for *byggningsinstallation* højere end i resten af økonomien, og også højere end byggebranchen betragtet under et.

³ I bestemmelsen af byggeriets underbrancher anvendes Danmarks Statistiks 127-gruppering af DB07 branchekoden. For nærmere dokumentation af denne henvises til Danmarks Statistiks hjemmeside: <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/nomenklaturer/db07>.

Figur 2 Teknisk automatiseringspotentiale i byggebranchens underbrancher



Anm.: Automatiseringspotentialet angiver andelen af den samlede arbejdstid for lønmodtagere, der kan automatiseres vha. eksisterende teknologi. 2022-potentialet er udregnet på baggrund af ekspertvurderingerne fra OECD (2022). Forskellen mellem de vurderinger, OECD fik foretaget i 2022, og vores eksperter vurderinger, tilskriver vi den teknologiske udvikling, der har fundet sted i den mellemliggende periode, herunder inden for GenAI. Se Klejstrup og Gotfredsen (2024) for en detaljeret beskrivelse.

Afgrænsningen af brancherne følger Danmarks Statistiks 127-gruppering af DB07 branchekoden.

*Murere og anden specialiseret bygge- og anlægsvirksomhed samt forberedende byggepladsarbejde

Kilde: Egne beregninger baseret på eget eksperter survey, OECD Expert Survey on Skills and Abilities Automatability (OECD 2022), OpenAIs GPT-4, O*NET og Danmarks Statistiks registre.

Der er stor potentialforskelle ml. byggebranchens store stillinger

Der er også meget stor forskel på automatiseringspotentialet på tværs af stillinger indenfor byggebranchen.⁴ Det fremgår af Figur 3, der viser automatiseringspotentialet for de ti stillingskategorier, der beskæftiger flest indenfor bygge og anlæg.⁵ Fx kan 74 pct. af arbejdstiden automatiseres indenfor *almindeligt kontorarbejde*, imens det kun gælder 29 pct. af arbejdstiden for *ingeniørarbejde vedrørende bygninger og anlæg*. Dermed er der en forskel på 45 pct.-point i andelen af automatiserbare timer mellem bund- og topscorer blandt branchens store stillinger.

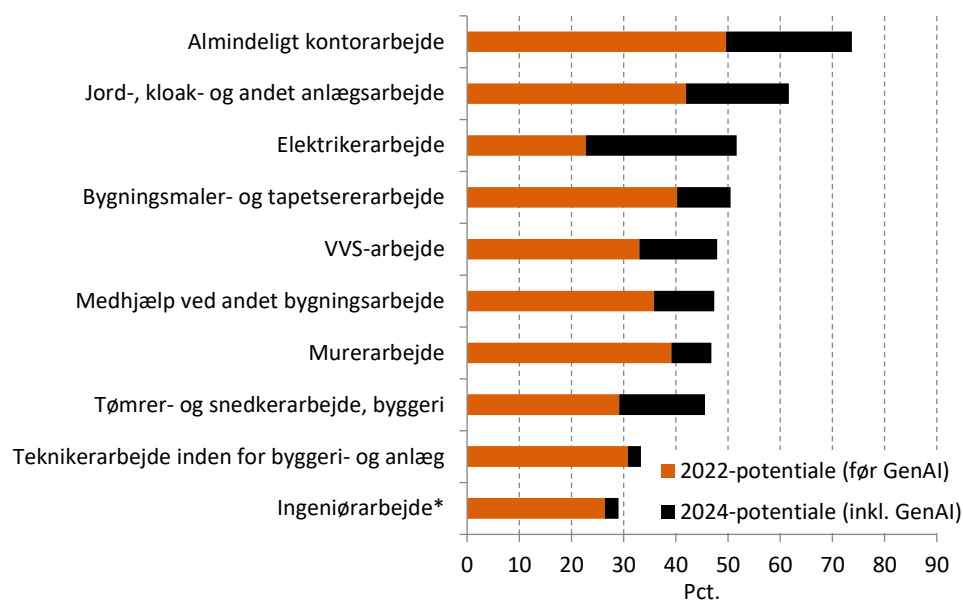
GenAI påvirker relative potentialer

Igen har den teknologiske udvikling de sidste to år haft en meget forskellig indflydelse på, hvor meget af arbejdstiden der kan automatiseres i hver stilling, og det ændrer markant på rangeringen af stillingerne. For stillingskategorien *ingeniørarbejde indenfor bygge og anlæg* er automatiseringspotentialet kun steget med 3 pct.-point som følge af de to seneste års teknologiske udvikling, mens potentialet er steget med hele 29 pct.-point for stillingskategorien *elektrikerarbejde*. Det betyder bl.a., at *elektrikerarbejde* er gået fra at være den af de ti største stillingsgrupper, der havde lavest automatiseringspotentiale i 2022, til at være den med det tredje højeste automatiseringspotentiale.

⁴ For at bestemme, hvilke stillinger folk arbejder i, anvender vi Danmarks Statistiks 6-cifrede DISCO-kode. For nærmere beskrivelse af Danmarks Statistiks fagklassifikation henvises til Danmarks Statistiks hjemmeside: <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/nomenklaturer/disco>.

⁵ Målt ved antallet af fuldtidsbeskæftigede.

Figur 3 Automatiseringspotentiale for de største ti stillinger indenfor byggebranchen



Anm.: Automatiseringspotentialet angiver andelen af den samlede arbejdstid for lønmodtagere, der kan automatiseres vha. eksisterende teknologi. 2022-potentialet er udregnet på baggrund af ekspertvurderingerne fra OECD (2022). Forskellen mellem de vurderinger, OECD fik foretaget i 2022, og vores eksperter vurderinger, tilskriver vi den teknologiske udvikling, der har fundet sted i den mellemliggende periode, herunder inden for GenAI. Se Klejnstrup og Gotfredsen (2024) for en detaljeret beskrivelse.

For at indgå i figuren, skal bygge og anlæg være angivet som branche for arbejdsstedet i Danmarks Statistiks 10-gruppering baseret på db07 branchekoden.

*Ingeniørarbejde vedrørende bygninger og anlæg

Kilde: Egne beregninger baseret på eget eksperter survey, OECD Expert Survey on Skills and Abilities Automatability (OECD 2022), OpenAIs GPT-4, O*NET og Danmarks Statistiks registre.

Samlet set har byggeriet højt automatiseringspotentiale

Samlet set peger analysen på, at der er et lidt højere automatiseringspotentiale indenfor byggebranchen relativt til resten af økonomien, og dette gælder generelt på tværs af byggebranchens underbrancher. De seneste to års teknologiske udvikling har overordnet set ikke påvirket automatiseringspotentialet i byggebranchen væsentligt anderledes end i resten af økonomien. Når vi betragter byggebranchens underbrancher, er det dog tydeligt, at udviklingen har påvirket underbrancherne forskelligt.

Men der er store forskelle på tværs af stillinger i branchen

Det samme gælder for de store stillingskategorier indenfor byggeriet. Her er der både meget stor forskel på niveauet for automatiseringspotentialet og udviklingen deri som følge af de seneste års teknologiske udvikling. Rangeringen af stillingernes automatiseringspotentiale er i afgørende grad påvirket af de seneste års teknologiske udvikling.

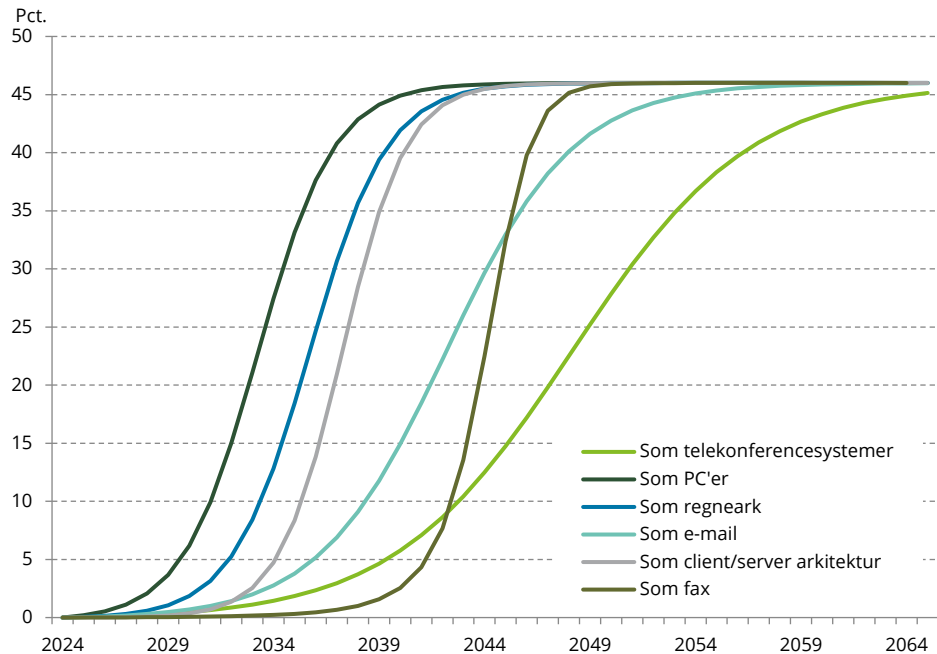
Produktiviteten kan fordobles, men det kan tage tid

Hvis det fulde automatiseringspotentiale for byggeriet indfris, kan det have stor indflydelse på arbejdsproduktiviteten i branchen. Hvis 49 pct. af arbejdstiden kan automatiseres, vil værdiskabelsen per arbejdstime, alt andet lige, næsten fordobles. Det afgørende spørgsmål for branchen er, hvor meget af potentialet som faktisk vil blive indfriet, og hvor hurtigt det kommer til at gå. Der findes en omfattende litteratur, som beskæftiger sig med, hvordan og hvor hurtigt teknologier spredes. Og en af de ting, man kan lære af denne litteratur, er, at det ofte tager ganske lang tid. Hvis automatiseringsteknologierne spredes med samme hastighed som e-mailen, kan vi fx først forvente fuld indfrielse af potentialet efter 2050, jf. Figur 4.⁶ Omvendt er der også eksempler på teknologier, som er spredtes relativt hurtigt,

⁶ Figuren bygger på automatiseringspotentialet for dansk økonomi og ikke specifikt for byggebranchen.

og hvis automatiseringsteknologierne fx spredes med PC'ens hastighed, kan potentialet være indfriet allerede i 2040.

Figur 4 Scenarier for automatiseringshastighed, hvis automatiseringsteknologien spredes med samme hastighed som forskellige tidligere teknologier



Anm.: Hver serie angiver forventet implementeringsforløb for automatiseringsteknologier, herunder AI, i et scenarie, hvor spredningen følger én tidligere teknologi. Kurverne har alle form som Bass diffusionskurver, dvs. har hældning $\frac{dN(t)}{dt} = (p + q \times N(t))(m - N(t))$, hvor $N(t)$ i dette tilfælde er andelen af automatiseret arbejdskraft i Danmark. Det er værdierne for p og q (ofte kaldt hhv. innovations- og imitationsfaktorerne), som bestemmer formen på kurven, og disse er estimeret i Teng m.fl. på baggrund af de konkrete teknologiers spredning i amerikanske virksomheder. m angiver den maksimale adoption af teknologien og er her sat til 46 pct., dvs. det fulde tekniske automatiseringspotentiale i økonomien.

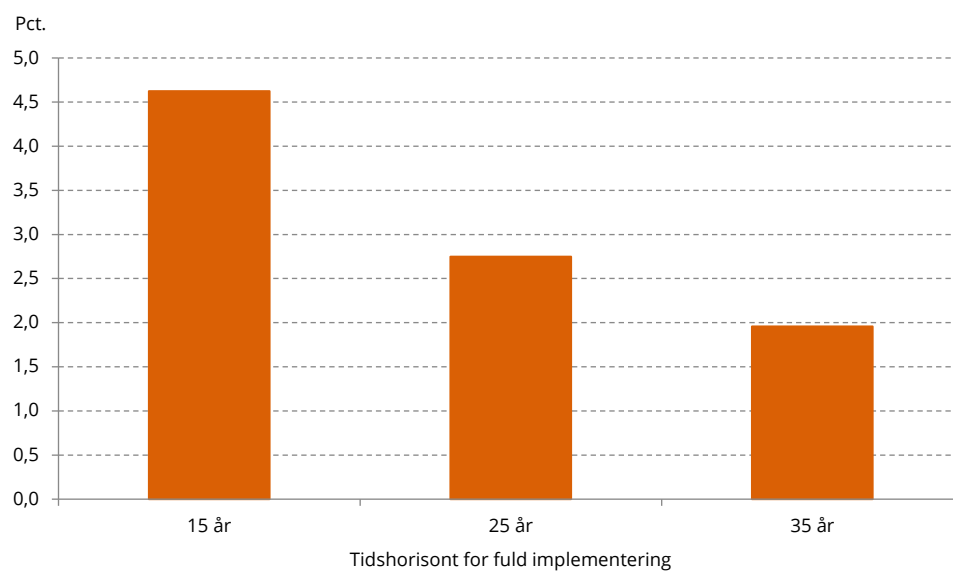
Kilde: Egne beregninger baseret på parametre fra Teng m.fl. (2002). Figuren er første gang anvendt i Kraka-Deloitte (2024).

Automatisering kan give stor produktivitetsvækst i byggeriet

For at give en indikation af, hvad hastigheden, hvormed byggeriet implementerer automatiseringsteknologierne, betyder for den årlige produktivitetsvækst i byggeriet, har vi regnet på tre scenarier: fuld indfrielse af potentialet på hhv. 15 år, 25 år og 35 år. Hvis den automatiserende teknologi optages fuldt ud i byggebranchen indenfor 15 år, vil det medføre en årlig produktivitetsvækst på 4,6 pct., jf. Figur 5. Hvis det fulde potentiale indfries over 35 år, vil den forventede årlige produktivitetsvækst være 2 pct. Til sammenligning er arbejdsproduktiviteten i gennemsnit steget med knap 0,1 pct. årligt mellem 1992 og 2022⁷, og mellem 2017 og 2022 har den ligefrem været faldende. Automatisering har altså potentialet til at bryde med den manglende vækst i arbejdsproduktiviteten i byggebranchen og i stedet skabe høj produktivitetsvækst.

⁷ Danmarks Statistik, Statistikbanken, tabel NP25.

Figur 5 Forventet årlig vækst i BVT som følge af automatisering under forskellige scenarier for implementering



Kilde: Egne beregninger baseret på eget eksperter survey, OpenAIs GPT-4, O*NET, Danmarks Statistiks registre og Statistikbanken, tabel NP25.

2. Metode

Metoden i denne analyse er baseret på en videreudvikling af metoden fra Lassébie og Quintini (2022) og består af fire skridt:

1. Vi har fået 18 førende eksperter inden for kunstig intelligens og robotteknologi til at vurdere automatiseringspotentialet af 92 *evner, færdigheder, arbejdsaktiviteter og viden* (herefter benævnt *funktioner*) fra O*NET-databasen, der er en amerikansk database over ca. 1.000 forskellige job. O*NET indeholder data om vigtigheden og niveauet af de 92 funktioner i hvert job. Vi oversætter de amerikanske job til danske job for at kunne analysere automatiseringspotentialet i Danmark.
2. Vi beregner automatiseringspotentialet i et job som et gennemsnit af automatiseringspotentialet af de funktioner, som indgår i jobbet. Gennemsnittet er vægtet med funktionernes vigtighed i jobbet. Dette giver os et indledende estimat for automatiseringspotentialet i jobbet.
3. Herefter foretager vi en korrektion af hvert jobs automatiseringspotentiale. Korrektionen skal tage højde for, at automatiseringspotentialet er baseret på jobbets funktioner, hvilket er en upræcis beskrivelse af et job. Ideelt ville vi vurdere automatiseringspotentialet af *arbejdsopgaverne* i jobbet. Derfor får vi OpenAI's sprogmodel GPT-4 til at vurdere automatiseringspotentialet både af 92 funktioner og af hver af ca. 18.000 arbejdsopgaver, som også er indeholdt i O*NET-databasen (inspireret af Gmyrek m.fl. 2023). Det giver mulighed for at vurdere, i hvilken grad man får anderledes resultater, når automatiseringspotentiale estimeres med udgangspunkt i arbejdsopgaver i stedet for i funktioner. På baggrund heraf beregner vi en korrektionsfaktor på jobniveau, som vi bruger til at korrigere de indledende automatiseringspotentiale.
4. Vi bruger automatiseringspotentialet på jobniveau til at udregne et samlet automatiseringspotentiale i dansk økonomi ved at tage et gennemsnit af automatiseringspotentialet i danske lønmodtageres job, vægtet med antallet af fuldtidspersoner i jobbet i 2022.

I alt har 18 eksperter deltaget i undersøgelsen, hvoraf tre har ønsket at være anonyme. De øvrige 15 er:

Navn	Institution
Norbert Krüger	Mærsk Institut, Syddansk Universitet
Jacob Nielsen	Mærsk Institut, Syddansk Universitet
Lars Kai Hansen	Danmarks Tekniske Universitet
Thomas Bolander	Danmarks Tekniske Universitet
John Bagterp Jørgensen	Danmarks Tekniske Universitet
Ole Madsen	Institut for materialer og produktion, Aalborg Universitet
Kaj Grønbæk	Institut for Datalogi, Aarhus Universitet
Mads Nielsen	Datalogisk Institut, Københavns Universitet
Isabelle Augenstein	Datalogisk Institut, Københavns Universitet
Sine Zambach	Department of Digitalization, Copenhagen Business School
Ralph Brorsen	Universal Robots A/S
Anders Kofod-Petersen	PiedBoeuf ApS
Anika Schumann	IBM Research
Peter Corke	Queensland University
Chris Rogers	Tufts University

Se Klejnstrup og Gotfredsen (2024) for en detaljeret gennemgang af metoden.

3. Litteraturliste

Klejstrup, N. R. og Gotfredsen, A. (2024). *Stort potentiale for automatisering i dansk økonomi*. Analysenotat. Kraka-Deloitte.

Kraka-Deloitte (2024). *Fra hype til håb – hvordan kan AI generere et rigere Danmark?* Small Great Nation Rapport, maj 2024.