

Sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet

En registerbaseret follow-up
undersøgelse

SAMMENHÆNG MELLEM ARBEJDSMILJØ OG PRODUKTIVITET - EN REGISTERBASERET FOLLOW-UP UNDERSØGELSE

Otto Melchior Poulsen, Karsten Albæk, Esben Anton Schultz, Sarah Kildahl Nico Nielsen, Jesper Møller Pedersen og Hans Bay

NFA-rapport

Titel	Sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet
Undertitel	En registerbaseret follow-up undersøgelse
Forfattere	Otto Melchior Poulsen ¹ , Karsten Albæk ² , Esben Anton Schultz ³ , Sarah Kildahl Nico Nielsen ³ , Jesper Møller Pedersen ¹ , Hans Bay ¹ 1) Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Lersø Parkalle 105, 2100, Danmark. 2) VIVE – Viden til Velfærd. Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. Herluf Trolles Gade 11, 1052, Danmark. 3) Højbjerg Brauer Schultz, Frederiksholms Kanal 1, 2. sal, 1220, Danmark.
Institution(er)	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)
Udgiver(e)	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)
Udgivet	August 2018
Bedes citeret	Poulsen OM, Albæk K, Schultz EA, Nielsen SKN, Pedersen JM, Bay H Sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet - En registerbaseret follow-up undersøgelse
ISBN:	978-87-7904-347-3
Internetudgave	nfa.dk/da/Forskning/Udgivelser

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

Lersø Parkallé 105
2100 København Ø, Danmark
Tlf.: 39165200
Fax: 39165201
e-post: nfa@arbejdsmiljoforskning.dk
Hjemmeside: nfa.dk

FORORD

Arbejds miljø forskning handler om arbejdsmiljøets betydning for arbejdstageres fysiske og psykiske helbred og deres trivsel på arbejdspladsen. Forskningen på dette felt har skabt en betydelig viden, som bl.a. er blevet anvendt i samfunds- og sundhedsøkonomiske beregninger af arbejdsmiljøets relative betydning for fx forskellige sygdomme, langvarigt sygefravær eller overgang til førtidspension.

Den opnåede arbejdsmiljøviden har også dannet grundlag for udvikling af en række værktøjer til at understøtte virksomhedernes forebyggende aktiviteter. Ligeledes har der gennem de senere år været en stigende interesse for at se på sammenhænge mellem et godt arbejdsmiljø og de enkelte virksomheders økonomi og produktivitet.

Denne rapport udspringer af et projekt under Arbejds miljø forskningsfonden, og den er udarbejdet på baggrund af et tæt samarbejde mellem arbejdsmiljøforskere og nationaløkonomiske forskere. Rapporten viser, at det er potentielt muligt at anvende økonomiske modeller til at belyse betydningen af forskellige indikatorer på arbejdsmiljøets kvalitet set i sammenhæng med virksomheders produktivitet, og i rapporten præsenteres analyser af kausale sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet over tid.

I projektet bag denne rapport er der rejst en række spørgsmål, og der peges på, at der er brug for yderligere forskning i, hvordan der bedst muligt analyseres på sammenhængen mellem arbejdsmiljø og produktivitet; men det er vores håb, at projektet kan bidrage til: Dels at anviser en fagligt velfunderet vej for fremtidig forskning i sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Dels at sætte fokus på, at det - at skabe et godt arbejdsmiljø - er en vigtig og relevant opgave for den enkelte virksomhed.

Rapporten er blevet kommenteret af to eksterne lektører: Lektor, ph.d. Fane Naja Groes ved Økonomisk Institut, CBS og lektor, ph.d. Karl Bang Christensen ved Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet. Begge lektører takkes for konstruktiv kritik. Rapporten er desuden blevet drøftet i en følgegruppe med en bred repræsentation af arbejdsmarkedsaktører. Følgegruppen takkes ligeledes for relevante input og gode drøftelser omkring projektets analyser.

4. august 2018

Henriette Bjørn Nielsen, Forskningschef
Det Nationale Forskningscenter for Arbejds miljø

INDHOLD

Resumé	8
Summary	16
1 Projektets formål	24
2 Baggrund	26
3 Projektets metode og udførelse	29
3.0 Studiepopulationer	29
3.1 Robusthedsanalyse	31
3.2 Metodeudvikling	32
4 Resultater	37
4.0 Beskrivende statistik	37
4.1. Robusthedsanalyse	41
4.2. Udvikling og karakterisering af ni arbejdsmiljøindikatorer og fire arbejdsmiljøfaktorer	
4.3 Forløbsanalyser	44
4.4 Sekundære forløbsanalyser – betydning af udgangsniveau af arbejdsmiljø i 2012	47
4.5 Sammenhænge mellem fire arbejdsmiljøfaktorer og virksomhedens produktivitet	52
4.6 Sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet i fire forskellige hovedbranchegrupper	53
Beskrivende statistik for de fire største hovedbranchegrupper	53
Tværsnitsanalyser	55
Forløbsanalyser	60
5 Diskussion	65
5.1 Sammenhæng mellem ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet.....	65
Virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet (Arbmil)	65
Sikkerhedskultur (Sikker).....	66
Kvantitative krav (Kvan)	66
Ledelseskvalitet (Ledelse).....	68
Rolleklarhed (Rolle).....	69

Indflydelse (Indf)	70
Retfærdighed (Retf)	71
Kollegial støtte (Koll).....	72
Fysisk anstrengende arbejde (Fys-an).....	72
5.2 Sammenhæng mellem fire arbejdsmiljøfaktorer og produktivitet	74
5.3 Metodeudvikling	74
6 Konklusion	79
7 Perspektivering af, hvordan projektets resultater på kort og lang sigt kan bidrage til at forbedre arbejdsmiljøet.....	83
8 Formidling fra projektet	85
8.1 National formidling.....	85
8.2 International formidling	85
9 Arbejdsmiljøforskningsfondens bevilling til projektet	86
10 Referencer	87
Appendiks 1.....	91
Appendiks 2.....	96
Appendiks 3.....	102
Appendiks 4.....	106
Appendiks 5.....	111

RESUMÉ

Formål

Projektets formål er først at videreudvikle metoder til at analysere sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af og inden for brancher. Herefter er det formålet at undersøge mulige kausale sammenhænge mellem forskellige indikatorer for kvaliteten af virksomheders arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af brancher og inden for udvalgte brancher.

Metode

Vi har anvendt det produktivitetsmål (værditilvækst/årsværk), der anbefales af OECD, og som er mest anerkendt i nationaløkonomiske analyser. Det anvendte produktivitetsmål (værditilvækst/årsværk) er kun defineret for private virksomheder. Datagrundlaget er derfor opnået ved at koble oplysninger i Danmarks Statistik om private virksomheder (regnskab, firmastatistik, antal medarbejdere og medarbejdernes køn, uddannelse, erhvervs erfaring og arbejdstid) med de personer, der har besvaret NFA's Arbejdsmiljø og Helbred (AH) spørgeskema i 2012 og 2014. Ved kun at fokusere på virksomheder, hvor de samme medarbejdere har besvaret spørgeskemaet begge år, og ved at analysere sammenhænge mellem ændringer i arbejdsmiljø og ændringer i produktivitet over tid kan vi undgå en række arbejdspladsafhængige og individafhængige fejlkilder. Den endelige studiepopulation omfatter i alt 2.266 virksomheder, der opfylder alle inklusionskriterier.

Som udtryk for kvaliteten af arbejdsmiljøet (arbejdsmiljøindikatorer) har vi udvalgt ni skalaer om arbejdsmiljø, der er anvendt uændret i AH-spørgeskemaet i 2012 og 2014: Virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet (*Arbmil* - 4 spørgsmål); Sikkerhedskultur (*Sikker* - 4 spørgsmål); Kvantitative krav (*Kvan* - 6 spørgsmål); Oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet (*Fys-an* - et spørgsmål); Ledelseskvalitet (*Ledelse* - 8 spørgsmål); Rolleklarhed (*Rolle* - 4 spørgsmål); Indflydelse (*Indf* - 2 spørgsmål); Retfærdighed (*Retf* - 2 spørgsmål); Kollegial støtte (*Koll* - 2 spørgsmål). Fælles for de ni skalaer er, at de måler relativt generelle arbejdsmiljøpåvirkninger, som vi bedømmer relevante for de fleste virksomheder på tværs af forskellige brancher.

Flertallet af de udvalgte skalaer er stærkt korrelerede, hvilket kan gøre det vanskeligt at fortolke resultater fra en regressionsmodel, hvor alle skalaer indgår samtidigt i analyserne. Vi har derfor også gennemført en faktoranalyse på tværs af de 33 spørgsmål, der indgår i de udvalgte skalaer. Faktoranalysen er brugt til at beregne fire arbejdsmiljøfaktorer, der indbyrdes er uafhængige.

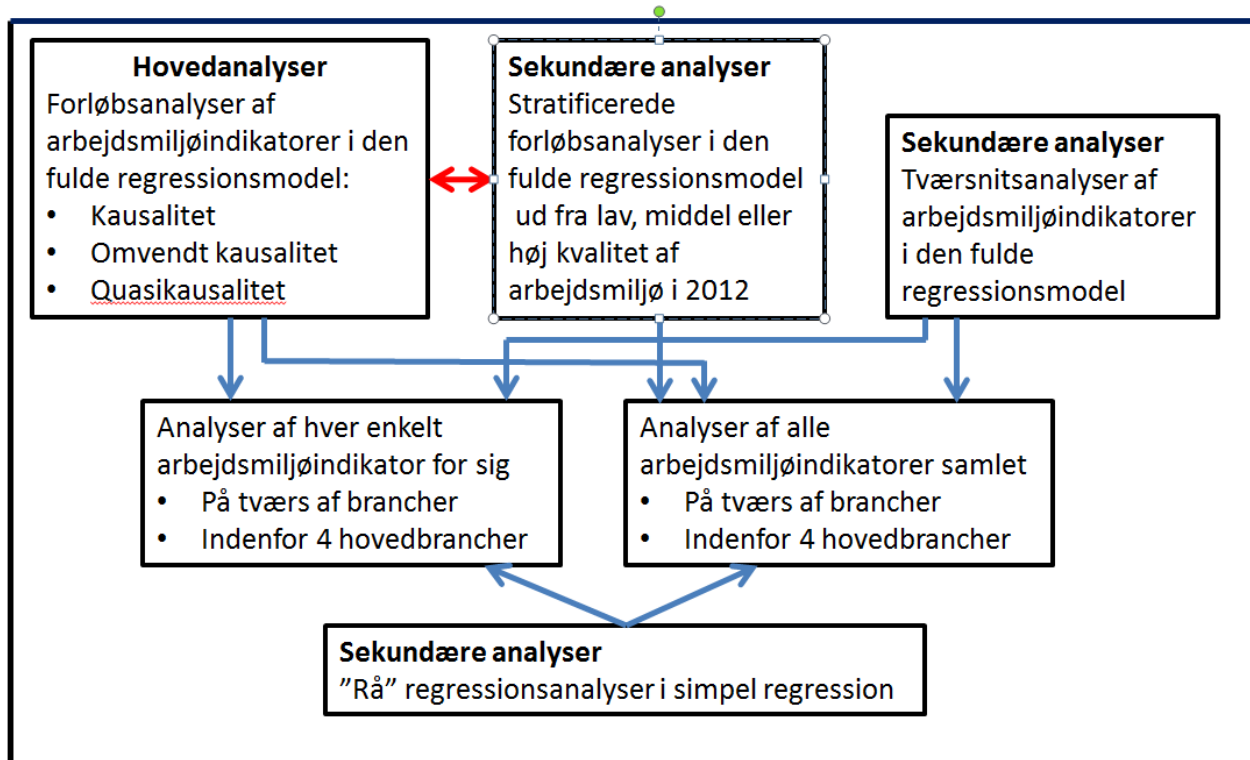
I alle regressionsanalyser har vi vendt retningen af de ni arbejdsmiljøindikatorer (og de fire arbejdsmiljøfaktorer), således at en højere værdi betyder et bedre arbejdsmiljø. En positiv sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet betyder således, at bedre arbejdsmiljø hænger sammen med øget produktivitet.

I regressionsanalyserne har vi valgt at tage udgangspunkt i Cobb-Douglas' produktionsfunktion, der i nationaløkonomisk forskning står helt centralt. Dette valg gør metodeudviklingen i projektet væsentligt lettere, fordi det teoretiske grundlag for at anvende Cobb-Douglas' produktionsfunktion allerede er afklaret i detaljer i den nationaløkonomiske litteratur. Der findes således en omfattende litteratur, som omhandler udfordringerne ved at identificere kausale sammenhænge i Cobb-Douglas' produktionsfunktion. Udfordringerne skyldes særligt, at ændringer i produktivitet også forventes at påvirke inputs i produktionsfunktionen, herunder forskellige aspekter af arbejdsmiljø. Med andre ord kan man forvente, at virksomheder, som oplever stigende produktivitet, også vil investere mere i arbejdsmiljø og dermed have et bedre arbejdsmiljø. Derudover kan der være produktivitetsskock eller andre tidsvarierende determinanter, som påvirker både produktivitet og inputs i produktionsfunktionen, hvilket kan give anledning til sporadiske sammenhænge, som ikke er kausalitet. Fx kan en periode med lavkonjunktur reducere medarbejdernes jobsikkerhed og derigennem skabe et dårligere arbejdsmiljø, samtidig med at produktiviteten falder, uden at det skyldes en kausal sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Vi har så vidt muligt forsøgt at imødekomme disse udfordringer. Nedenstående figur skitserer elementerne i analysestrategien.

Hovedanalyserne i den fulde regressionsmodel har omfattet tre forskellige typer af forløbsanalyser, som vi har benævnt:

- Kausalitet: I disse analyser undersøges om ændring i arbejdsmiljø fra 2012 til 2014 hænger sammen med en efterfølgende ændring i produktivitet fra 2013 til 2015.
- Omvendt kausalitet: I disse analyser undersøges om ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 hænger sammen med en efterfølgende ændring i arbejdsmiljø fra 2012 til 2014.
- Kvasikausalitet: I disse analyser undersøges om ændring i arbejdsmiljø 2012-2014 hænger sammen med en samtidig ændring i produktivitet 2012-2014. Disse analyser giver viden om, hvorvidt der er sammenhæng mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet, men de siger ikke noget om retningen af en eventuel sammenhæng.



Den fulde regressionsmodel betegner en model, hvor alle virksomhedsdeterminanter af produktivitet indgår (kapital, arbejdskraft, uddannelse, arbejdsmarkedserfaring, virksomhedens alder, andel kvinder, virksomhed med eksport, virksomhed med flere arbejdssteder, branche).

Det kan ikke på forhånd udelukkes, at en arbejdsmiljøindikator er korreleret med de anvendte virksomhedsdeterminanter. For at få et indtryk af, i hvilket omfang virksomhedsdeterminanterne påvirker en eventuel sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet, har vi gennemført "rå" regressionsanalyser af sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet uden virksomhedsdeterminanter i regressionsmodellen. Man skal dog være varsom med at fortolke disse "rå" regressioner, da det ikke er klart, om en identificeret sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet skyldes, at både produktivitet og arbejdsmiljø hænger sammen med en eller flere af virksomhedsdeterminanterne. Fx er det tænkeligt, at en stor andel ansatte med høj uddannelse påvirker både arbejdsmiljøet og produktivitet. Når der ikke korrigeres for antallet af ansatte med høj uddannelse, vil

man derfor finde en positiv sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet, som ikke skyldes en kausal sammenhæng mellem disse to.

I den fulde regressionsmodel har vi som udgangspunkt antaget en lineær sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. For nærmere at undersøge denne antagelse har vi gennemført stratificerede regressionsanalyser, hvor virksomhederne deles i tre grupper ud fra skalaværdien af arbejdsmiljøindikatoren i 2012 (Lav = de ca. 1/3 af virksomheder, som har de laveste skalaværdier i 2012; Høj = de ca. 1/3 af virksomheder, som har de højeste skalaværdier i 2012; Middel = de resterende ca. 1/3 af virksomheder). I denne sammenhæng kan der potentielt være risiko for, at nogle virksomheder har så lav skalaværdi i 2012, at de i praksis kun kan få en højere værdi i 2014 ('floor effect'), og tilsvarende at nogle virksomheder har en så høj skalaværdi i 2012, at de i praksis kun kan få en lavere værdi i 2014 ('ceiling effect'). Vi har derfor – som en sekundær robusthedsanalyse – gennemført de stratificerede regressionsanalyser, hvor virksomheder med de laveste og højeste skalaværdier i 2012 er blevet ekskluderet. Disse analyser tyder ikke på, at der har været problemer med 'floor' og 'ceiling' effekter.

Erfaringsmæssigt er det uhyre vanskeligt at påvise kausale sammenhænge i forløbsanalyser mellem arbejdsmiljø og produktivitet, og ingen har tidligere lykkedes med at gøre det. Som del af metodeudviklingen har vi derfor gennemført tværsnitsanalyser for at belyse, om det overhovedet er muligt at påvise sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet. Det skal fremhæves, at tværsnitsanalyser ikke kan sige noget om karakteren af (underliggende forklaringer på) eventuelle sammenhænge.

Syv af de ni arbejdsmiljøindikatorer viser relativt høj korrelation. Hvis alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samtidigt i den fulde regressionsmodel, kan det vanskeliggøre fortolkning af resultaterne, fordi indikatorer med høj korrelation kan påvirke (udviske) hinanden eller endog føre til modsat fortegn i en samlet regressionsmodel. Vi har derfor valgt både at gennemføre regressionsanalyser for hver enkelt arbejdsmiljøindikator for sig og for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet. Herved får vi mulighed for at belyse, om de forskellige arbejdsmiljøindikatorer påvirker hinanden i den fulde regressionsmodel.

Alle tværsnits- og forløbsanalyser er blevet gennemført på tværs alle brancher/virksomheder. Endvidere er virksomhederne blevet inddelt i syv hovedbranchegrupper, og analyser er gennemført inden for hver af de fire største hovedbranchegrupper: 'Industri, råstof og forsyning' (651 virksomheder), 'Bygge og anlæg' (232 virksomheder), 'Handel og transport' (823 virksomheder), 'Erhvervsservice' (337 virksomheder).

Resultater

De ni arbejdsmiljøindikatorer

Tabel 1. summerer de statistisk signifikante sammenhænge, der i hovedanalyserne er blevet vist for hver af de ni arbejdsmiljøindikatorer på tværs af alle brancher og inden for de fire hovedbranchegrupper. For at lette forståelsen viser tabel 1a de estimerede parametre omregnet til den %-ændring i produktivitet (værditilvækst/årsværk), der opstår, når arbejdsmiljøindikatoren øges med et skalatrin.

I projektet har vi gennemført et meget stort antal analyser, og det kan derfor ikke udelukkes, at nogle resultater er statistisk signifikante ved et rent tilfælde (en type I fejl). Når vi ser på både tværsnitsanalyser og forløbsanalyser er de fleste signifikante resultater knyttet til 3 arbejdsmiljøindikatorer: Prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Dette indikerer, at resultaterne generelt ikke er opstået tilfældigt, og vi har derfor besluttet ikke at justere for multiple test (se endvidere afsnit 5.3.).

Tabel 1.
Oversigt over statistisk signifikante resultater fra forløbsanalyser af kausalitet (K), omvendt kausalitet (OK) og kvasikausalitet (QK)

	Alle brancher			Industri, råstof og forsyning			Bygge og anlæg			Handel og transport			Erhvervsservice		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil	-	0,016*	-0,018*	-	-	-	-	-	-0,059**	-	0,028*	-0,026*	-	-	-
Sikker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan	-	-	-0,022**	-	-	-	-0,05**	0,071*	-	-	-	-	-	-0,062**	-
Ledelse	-	-	-	-	-	-	0,029*	-	-	-	-	-	-	0,038*	-
Rolle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,03*	0,038*	-
Indf	-0,014*	-	-	-0,029*	-	-	-	-	-	-	-	0,024**	-	-	-
Retf	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048*	-	-	-	-	-	-
Koll	-	0,015*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,034*	0,046*	-
Fys-an	0,029**	-	0,023*	-	-	0,048*	0,072***	-	0,048*	0,069***	-	-	-	-	-
"-" = Ingen statistisk signifikant sammenhæng * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans															

Tabel 1a.
Oversigt over statistisk signifikante resultater fra forløbsanalyser af kausalitet (K), omvendt kausalitet (OK) og kvasikausalitet (QK). Omregnet til den %-ændring i produktivitet (VTU pr. årsværk), der opnås, når arbejdsmiljøindikatoren øges med et skalatrin

	Alle brancher			Industri, råstof og forsyning			Bygge og anlæg			Handel og transport			Erhvervsservice		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil (1-5)	-	2,3 %*	-2,6 %*	-	-	-	-	-	-8,4 %**	-	4,0 %*	-3,7 %*	-	-	-
Sikker (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan (1-5)	-	-	-3,7 %**	-	-	-	-7,1 %**	10,1 %*	-	-	-	-	-	-10,3 %**	-
Ledelse (1-5)	-	-	-	-	-	-	3,6 %*	-	-	-	-	-	-	5,1 %*	-
Rolle (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5,0 %*	6,3 %*	-
Indf (1-5)	-2,0 %*	-	-	-4,1 %*	-	-	-	-	-	-	-	3,4 %**	-	-	-
Retf (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6 %*	-	-	-	-	-	-
Koll (1-5)	-	2,1 %*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,9 %*	6,6 %*	-
Fys-an (0-10) ^A	2,0 %**	-	1,6 %*	-	-	3,4 %*	5,2 %***	-	3,4 %*	5,0 %***	-	-	-	-	-
"-" = Ingen statistisk signifikant sammenhæng * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans For Fys-an er beregnet %-ændring i produktivitet pr. 2 skalatrin															

I hovedanalyserne er de påviste sammenhænge mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet kun i ringe grad påvirket af, om hver enkelt arbejdsmiljøindikator analyseres for sig, eller om alle ni arbejdsmiljøindikatorer indgår samlet i den fulde regressionsmodel.

De statistisk signifikante sammenhænge i hovedanalyserne understøttes i en vis grad af de sekundære tværsnitsanalyser, der viser de mest konsistente, statistisk signifikante sammenhænge med produktivitet for tre arbejdsmiljøindikatorer – virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

Hovedanalyserne viser på tværs af brancher den stærkeste positive kausale sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet. Denne kausale sammenhæng bæres i høj grad af hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport'. Det positive fortegn betyder, at virksomheder, hvor medarbejderne oplever reduceret fysisk anstrengelse i arbejdet fra 2012 til 2014, har stærkere tendens til efterfølgende at opnå øget produktivitet i perioden 2013-2015.

For virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet ses på tværs af alle brancher en positiv omvendt kausal sammenhæng og en negativ kvasikausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Disse sammenhænge bæres også helt overvejende af hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport'. Den positive omvendt kausale sammenhæng betyder, at virksomheder, der har øget deres produktivitet i perioden 2010-2012 har stærkere tendens til efterfølgende at prioritere arbejdsmiljøet i perioden 2012-2014.

På tværs af brancher viser ændring i kvantitative krav en negativ kvasikausal sammenhæng med ændring i produktivitet. En mulig forklaring på, at der ikke er signifikant kausal sammenhæng, kan være, at kvantitative krav (tidspres) påvirker produktiviteten på kort sigt (i samme år) men ikke i efterfølgende år. Sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet bæres i høj grad af hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg', der viser negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' viser ændring i kvantitative krav negativ omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

Ændring i indflydelse viser på tværs af alle brancher en negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' bidrager i særlig grad til den negative kausale sammenhæng mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet. En simpel forklaring på, at sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet er svag, kan være, at ændringer i indflydelse fra 2012 til 2014 er meget små, og i mange virksomheder ses slet ingen ændring.

På tværs af brancher viser ændring i kollegial støtte en svag positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Denne sammenhæng understøttes imidlertid ikke af de sekundære tværsnitsanalyser, og eftersom p-værdien er relativ høj (sammenhængen er svag), kan det ikke udelukkes, at den påviste omvendt kausale sammenhæng er et tilfældigt resultat af multiple test.

Hverken sikkerhedskultur eller retfærdighed viser signifikante sammenhænge i hovedanalyserne på tværs af brancher eller inden for hver af de fire hovedbrancher. Resultatet er i overensstemmelse med de sekundære "rå" forløbsanalyser. Sikkerhedskultur viser heller ikke statistisk signifikante sammenhænge i tværsnitsanalyser.

Hovedanalyserne understøttes og nuanceres af de sekundære forløbsanalyser, der belyser, om udgangsniveauet af kvaliteten af arbejdsmiljøet i 2012 har betydning for sammenhænge med produktivitet. Der er en tydelig tendens til både positiv kausal og positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet for den tredjedel af virksomheder, der har det laveste

udgangsniveau af kvaliteten af arbejdsmiljøet i 2012. Den positive kausale sammenhæng er statistisk signifikant for kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Den positive omvendte kausale sammenhæng er statistisk signifikant for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, rolleklarhed, indflydelse og kollegial støtte.

I de "rå" regressionsanalyser viser ændring i ledelseskvalitet positiv kausal sammenhæng med ændring i produktivitet, men denne sammenhæng udviskes og forsvinder i den fulde regressionsmodel. Resultatet tyder på, at positive effekter af ledelseskvalitet på produktivitet medieres af virksomhedsdeterminanter af produktivitet (fx medarbejdernes uddannelsesniveau eller omfang af virksomhedens eksport og dens investeringer i teknologi). Det kan dog også skyldes, at en eller flere af disse virksomhedsdeterminanter både kan påvirke medarbejdernes opfattelse af ledelsen og virksomhedens produktivitet og derfor ikke nødvendigvis er udtryk for en kausal sammenhæng.

De fire arbejdsmiljøfaktorer

Hovedanalyser på tværs af brancher viser generelt ikke statistisk signifikante sammenhænge mellem ændring i de fire arbejdsmiljøfaktorer og ændring i produktivitet. Imidlertid viser hovedanalyser inden for hver af de fire hovedbranchegrupper markante forskelle. I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser ændring i 'Tidspresfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser ændring i 'Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' viser ændring i 'Indflydelse- og relationsfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Endvidere viser ændring i 'Ledelsesfaktor' negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

Det er bemærkelsesværdigt, at alle påviste statistisk signifikante sammenhænge har samme retning. Negativ kausal sammenhæng kan måske hænge sammen med, at analyserne er baseret på kort opfølgningstid (et år). Det er teoretisk muligt, at investeringer i at forbedre arbejdsmiljøet på kort sigt ikke kan tjene sig selv ind, men at en gevinst i øget produktivitet kan opnås på længere sigt. I modsætning hertil er analyser af omvendt kausal sammenhæng baseret på længere opfølgningstid (2 år), og her indikerer resultaterne at virksomheder, der forbedrer produktiviteten, efterfølgende forbedrer arbejdsmiljøet.

Diskussion og konklusion

Nærværende projekt har – med udgangspunkt i Cobb-Douglas' produktionsfunktion – med succes videreudviklet metoder til at analysere sammenhænge mellem indikatorer for kvaliteten af virksomheders arbejdsmiljø og virksomheders produktivitet på tværs af brancher og inden for udvalgte hovedbranchegrupper. Med de videreudviklede metoder har det for første gang været muligt at påvise kausale og omvendt kausale sammenhænge mellem ændringer i arbejdsmiljø og ændringer i produktivitet.

Projektets hovedhypotese om kausal sammenhæng mellem indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og produktivitet (H1-1) er på tværs af alle brancher bekræftet (hypotesen kan ikke afvises) for indflydelse og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

Sammenlignet med de tidligere studier, der har anvendt Cobb-Douglas' produktionsfunktion til at analysere sammenhænge mellem arbejdsforhold/arbejdsmiljø og produktivitet, er nærværende projekt baseret på et langt større antal virksomheder, og risikoen for at andre kausale sammenhænge overses pga. lav statistisk styrke (type II fejl) er væsentligt lavere i nærværende projekt.

Den negative sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet strider mod den overordnede antagelse om positiv kausal sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Sekundære forløbsanalyser viser, at den negative kausale sammenhæng er knyttet til de virksomheder, der har et middel eller højt

udgangsniveau af indflydelse i 2012. En teoretisk mulig fortolkning kan være, at det kan være forbundet med store omkostninger at forbedre indflydelse yderligere, når udgangsniveauet er middel eller højt, og derfor kan forbedringer af indflydelse efterfølgende være forbundet med lavere produktivitet.

Analyser af kvasikausale sammenhænge indikerer, at der også kan være en sammenhæng mellem kvantitative krav (tidspres) og produktivitet, men at denne forsvinder på længere sigt, enten fordi effekten er kortvarig eller fordi sammenhængen skyldes omvendt kausalitet.

Projektet hovedhypotese om omvendt kausal sammenhæng (H1-2) mellem produktivitet og arbejdsmiljøindikatorer er på tværs af alle brancher bekræftet for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, rolleklarhed, indflydelse og kollegial støtte. Her er sammenhængen i alle tilfælde positiv. De sekundære forløbsanalyser viser generelt, at positiv omvendt kausal sammenhæng især er knyttet til de virksomheder, der har et lavt udgangsniveau af kvaliteten af arbejdsmiljø i 2012. En mulig fortolkning kan være, at virksomheder, der forbedrer produktiviteten fra 2010 til 2012, efterfølgende har større tendens til at bruge ressourcer på at forbedre arbejdsmiljøet, hvis udgangspunktet af arbejdsmiljøet er lavt i 2012, men at virksomhederne ikke efterfølgende har samme opmærksomhed på arbejdsmiljøet, hvis udgangsniveauet af arbejdsmiljøet allerede i 2012 er højt.

Projektets anden hovedhypotese (H2) om, at kausale sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet er afhængig af branche er blevet undersøgt indirekte ved at sammenligne de estimerede statistisk signifikante koefficienter fra hovedanalyserne i de fire hovedbranchegrupper. Selv om vi ikke har udført egentlige statistiske tests af, om de estimerede koefficienter er statistisk signifikant forskellige i de fire hovedbranchegrupper, er forskellene så markante, at vi bedømmer, at hovedhypotese 2 er bekræftet. Den statistiske signifikante negative kausale sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet, der ses på tværs af alle brancher, ses endnu mere udtalt i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' men ikke i nogle af de andre tre hovedbranchegrupper. Det er rimeligt at antage, at denne forskel mellem hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' er de tre andre hovedbranchegrupper er statistisk signifikant. Tilsvarende er den statistiske signifikante kausale sammenhæng mellem oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og produktivitet, der ses på tværs af alle brancher, endnu mere udtalt i 2 hovedbranchegrupper ('Bygge og anlæg' og 'Handel og transport') men fraværende i de to andre hovedbranchegrupper. Endelig understøttes hypotesen indirekte af de store forskelle mellem hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' i hvilke sammenhænge, der er statistisk signifikante. Dette tyder på, at arbejdsmiljøet har forskellig betydning i de to hovedbranchegrupper.

Samlet viser projektet en mere konsistent omvendt kausal sammenhæng end en kausal sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Dette betyder, at virksomheder, der har øget produktivitet (fra 2010 til 2012), efterfølgende har stærkere tendens til at (investere i at) forbedre arbejdsmiljøet (fra 2012 til 2014), hvorimod virksomheder, der har forbedret arbejdsmiljø (fra 2012 til 2014), ikke i samme grad opnår en efterfølgende øget produktivitet (fra 2013 til 2015). En mulig forklaring på denne forskel kan være, at det tager længere tid end et år, før arbejdsmiljøforbedringer får positiv effekt på produktivitet.

Det skal fremhæves, at to arbejdsmiljøindikatorer – sikkerhedskultur og retfærdighed – ikke viser sammenhæng med produktivitet i hovedanalyser, hverken på tværs af brancher eller inden for de fire hovedbranchegrupper. Disse to arbejdsmiljøindikatorer viser generelt meget små ændringer i skalaværdi fra 2012 til 2014, og det er tænkeligt, at der ikke har været tilstrækkeligt med ændringer til, at statistisk signifikante sammenhænge kan påvises.

Projektets sekundære hypoteser (H3 og H4) om statistisk signifikant positiv sammenhæng mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet i tværsnitsanalyser er bekræftet for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, sikkerhedskultur, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Der er generelt god overensstemmelse mellem resultaterne af tværsnitsanalyserne og forløbsanalyserne, hvilket bidrager til at styrke resultaternes troværdighed.

Perspektiver for arbejdsmiljøet

Det er en grundlæggende præmis i arbejdsmiljøloven og i den kollektive arbejdsmiljøindsats, at virksomhederne ikke kun skal skabe et godt arbejdsmiljø, fordi det kan betale sig, men at et godt arbejdsmiljø også handler om, at virksomhederne udviser den nødvendige sociale ansvarlighed. Alligevel er der bred enighed blandt arbejdsmarkedets parter om, at en tydeliggørelse af positive sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet, kan bidrage til at anspore danske virksomheder til at gennemføre en mere vidtgående arbejdsmiljøindsats, og at dette kan bidrage til at forbedre virksomhedernes produktivitet og konkurrenceevne.

Nærværende projekt har videreudviklet metoder og statistiske modeller til at undersøge kausale sammenhænge mellem forskellige aspekter af virksomheders arbejdsmiljø og produktivitet. Projektet har vist, at der er store forskelle mellem de fire hovedbranchegrupper, og at det måske vil være muligt på brancheniveau mere præcist at udpege og dokumentere de aspekter af arbejdsmiljøet, der i særlig grad hænger positivt sammen med produktivitet. Perspektivet for arbejdsmiljøet er således på længere sigt, at projektet vil kunne bidrage til, at virksomheder ansføres til mere systematisk at forbedre arbejdsmiljøet.

Allerede nu viser projektet, at en reduktion i medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet fører til øget produktivitet. Dette gælder især i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport', hvorfor der allerede på kort sigt kan være store perspektiver i at gennemføre arbejdsmiljøindsatser, der reducerer medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

SUMMARY

Purpose

Firstly, the project aims to develop methods to analyse the relationships between work and productivity across and within industries. Secondly, its purpose is to investigate possible causal relationships between different indicators for the quality of the company's working environment and productivity across sectors and within selected industries.

Method

The productivity measure (value added / man-years) used is only defined for private companies. The data base has therefore been obtained by linking data in Statistics Denmark to private companies (accounts, company statistics, number of employees and their gender, education, work experience and working hours) with those who have responded to the NFA's Working Environment and Health Questionnaire (AH) in 2012 and 2014. By focusing only on companies where the same employees have answered the questionnaire both years, and by analysing the relationships between changes in the working environment and changes in productivity over time, we can avoid a number of workplace-dependent and individual-dependent sources of error. The final study population comprises a total of 2266 companies that meet all inclusion criteria.

As expressions of the quality of the working environment (working environment indicators), we have selected 9 working environment scales used unchanged in the AH-questionnaire in 2012 and 2014: The company's prioritization of the working environment (*Arbmil* - 4 questions); Safety culture (*Sikker* - 4 questions); Quantitative demands (*Kvan* - 6 questions); Experiencing physical exertion at work (*Fys-an* - one question); Management Quality (*Ledelse* - 8 questions); Role clarity (*Rolle* - 4 questions); Influence (*Indf* - 2 questions); Justice (*Retf* - 2 questions); Collegial support (*Coll* - 2 questions). Common to the 9 scales is that they measure relatively general working environment factors, which we consider relevant to most companies across different industries.

Most of the selected scales are highly correlated, which can make it difficult to interpret results from a regression model, where all scales are included simultaneously in analyses. We have therefore also conducted a factor analysis across the 33 questions that are included in the selected scales. The factor analysis has been used to calculate 4 working environment factors that are mutually independent.

In all regression analyses, we have turned the direction of the 9 working environment indicators (and the 4 working environment factors) so that a higher value means a better working environment. A positive correlation between work environment and productivity means that better working environment is linked to increased productivity.

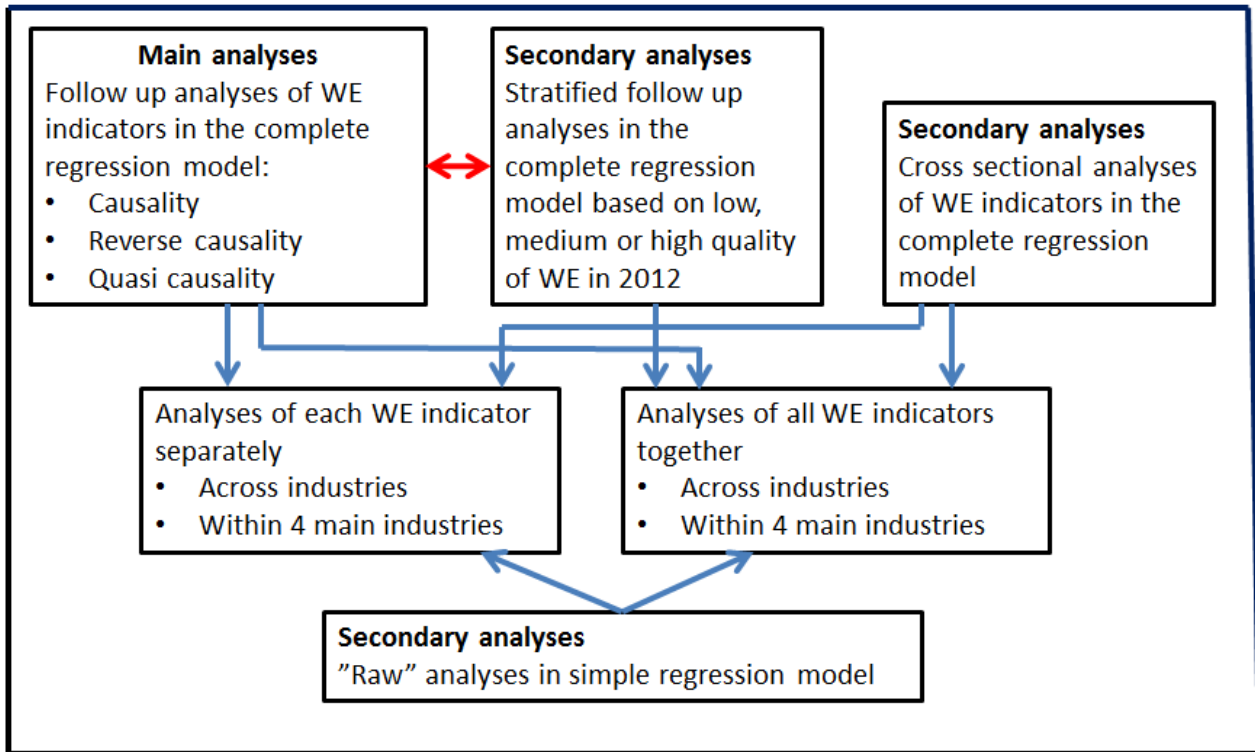
We have decided to base the regression analyses on Cobb-Douglas' production function, which is central in national economic research. This decision makes development of methods in the present project easier because the theoretical framework for using Cobb-Douglas' production function is already clarified in details in the scientific literature of national economy. Hence, there is a comprehensive literature that addresses the challenges of identifying causal relationships in the Cobb-Douglas' production function.

The challenges are especially due to the fact that changes in productivity are also expected to affect inputs in the production function, including various aspects of the working environment. In other words, companies that are experiencing increasing productivity may be expected to invest more in the working environment and thus develop a better working environment.

In addition, there may be productivity shocks or other time-varying determinants that affect both productivity and inputs in the production function, which can give rise to sporadic associations that are not causality. For example, a period of recession can reduce employee job security, thereby creating a poorer

working environment, and simultaneously reduce productivity, without the existence of a causal connection between working environment and productivity.

We have tried to meet these challenges as far as possible. The figure below outlines the elements of the analysis strategy.



The main analyses in the complete regression model have included three different types of follow-up analysis, which we have named:

- **Causality:** In these analyses, a change in the working environment from 2012 to 2014 is related to a subsequent change in productivity from 2013 to 2015.
- **Reverse causality:** In these analyses, the change in productivity from 2010 to 2012 is related to a subsequent change in the working environment 2012-2014.
- **Quasi-causality:** These analyses examine whether change in the working environment 2012-2014 is associated with a simultaneous change in productivity 2012-2014. These analyses provide information about whether there is a correlation between change in the working environment and productivity change, but they do not say anything about the direction of possible associations.

The full regression model represents a model where all company determinants of productivity are included (capital, labour, education, labour market experience, company age, proportion of women, company with exports, company with multiple workplaces, industry).

It cannot be ruled out in advance that a working environment indicator is correlated with the company determinants used. To get an impression of the extent to which company determinants influence the possible relationship between working environment and productivity, we have conducted "raw" regression analyses of relationships between working environment indicators and productivity without company determinants in the regression model.

However, one must be careful about interpreting these "raw" regressions as it is not clear whether an identified relationship between the working environment and productivity is due to the fact that both productivity and working environment are related to one or more of the company determinants. For example, it is conceivable that a large proportion of employees with high education affect both the working environment and productivity. Therefore, when there is no correction for the number of high-education employees, there will be a positive correlation between the working environment and productivity, which is not due to a causal connection between these two.

In the complete regression model, we have assumed a linear correlation between working environment and productivity. To investigate this assumption, we have implemented stratified regression analyses, as companies are divided into three groups based on the scale value of the working environment indicator in 2012 (Low = 1/3 of companies with the lowest scale values in 2012; High = the approx. 1/3 of companies with the highest scale values in 2012; the remaining approx. 1/3 of companies). In this context, there may be a potential risk for some companies with such a low scale value in 2012 that they can only gain a higher value in 2014 ('floor' that some companies have such a high scale value in 2012 that in practice they can only get a lower value in 2014 ('ceiling'). Therefore, we have conducted - as a secondary robustness analysis - the stratified regression analyses where companies with the lowest and highest scale values in 2012 have been excluded. These analyses do not indicate that there have been problems with 'floor' and 'ceiling' effects.

It may be extremely difficult to detect causal relationships in follow up analysis between working environment and productivity, and no one has previously succeeded in doing so. As part of the method development, we have conducted cross-sectional analyses to elucidate whether it is possible at all to establish relationships between working environment indicators and productivity. It should be emphasized that cross-sectional analyses cannot say anything about the nature of (underlying explanations of) any associations.

Seven of the 9 working environment indicators show relatively high correlation. If all working environment indicators are included in the complete regression model, it can make it difficult to interpret the results because highly correlated indicators can affect (wipe out) each other or even lead to opposite signs in an overall regression model. We have therefore chosen to carry out regression analyses for each working environment indicator individually and for all 9 working environment indicators together. This gives us the opportunity to illuminate whether the different working environment indicators influence each other in the complete regression model.

All cross-sectional and follow-up analyses have been conducted across all industries /companies. In addition, the companies have been divided into 7 major industry groups, and analyses have been carried out within each of the four major industry groups: 'Industry, Raw Materials and Supply' (651 companies), 'Construction' (232 companies), 'Trade and Transport' (823 companies), 'Business service' (337 companies).

Results

The 9 working environment indicators

Table 1 summarizes the statistically significant associations shown in the main analyses for each of the 9 working environment indicators across all industries and within the 4 major industry groups. To make the results more easy to comprehend, Table 1a presents the estimated parameters recalculated to percentage change in productivity when the scale value of the working environment indicators is increased by one unit.

Table 1															
Overview of statistically significant results from causality analysis (C), reverse causality (RC) and quasi-causality (QC)															
	All industries			Industry, Raw Materials and Supply			Construction			Trade and transport			Business Service		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil	-	0.016*	-0.018*	-	-	-	-	-	-0.059**	-	0.028*	-0.026*	-	-	-
Sikker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan	-	-	-0.022**	-	-	-	-0.05**	0.071*	-	-	-	-	-	-0.062**	-
Ledelse	-	-	-	-	-	-	0.029*	-	-	-	-	-	-	0.038*	-
Rolle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.03*	0.038*	-
Indf	-0.014*	-	-	-0.029*	-	-	-	-	-	-	-	0.024**	-	-	-
Retf	-	-	-	-	-	-	-	-	0.048*	-	-	-	-	-	-
Koll	-	0.015*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.034*	0.046*	-
Fys-an	0.029**	-	0.023*	-	-	0.048*	0.072***	-	0.048*	0.069***	-	-	-	-	-
No statistically significant relationship * 10 pct. significance, significance															

Table 1a															
Overview of statistically significant results from causality analysis (C), reverse causality (RC) and quasi-causality (QC). Recalculated to express percentage change in productivity when the scale value of the working environment indicators is increased by one unit															
	All industries			Industry, Raw Materials and Supply			Construction			Trade and transport			Business Service		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil (1-5)	-	2.3 %*	-2.6 %*	-	-	-	-	-	-8.4 %**	-	4.0 %*	-3.7 %*	-	-	-
Sikker (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan (1-5)	-	-	-3.7 %**	-	-	-	-7.1 %**	10.1 %*	-	-	-	-	-	-10.3 %**	-
Ledelse (1-5)	-	-	-	-	-	-	3.6 %*	-	-	-	-	-	-	5.1 %*	-
Rolle (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5.0 %*	6.3 %*	-
Indf (1-5)	-2.0 %*	-	-	-4.1 %*	-	-	-	-	-	-	-	3.4 %**	-	-	-
Retf (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6 %*	-	-	-	-	-	-
Koll (1-5)	-	2.1 %*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-4.9 %*	6.6 %*	-
Fys-an (0-10) ^A	2.0 %**	-	1.6 %*	-	-	3.4 %*	5.2 %***	-	3.4 %*	5.0 %***	-	-	-	-	-
No statistically significant relationship * 10 pct. significance, significance For Fys-an, the calculated values are percentage change in productivity per two scale units															

In the project, we have performed a high number of statistical analyses, hence it cannot be ruled out that some results are statistically significant simply due to change coincidence (type 1 error). When both cross-sectional and longitudinal analyses are considered, as well as different specifications of the different regression models, most of the statistical significant results are linked to three indicators of the quality of the working environment: Prioritization of the working environment, quantitative demands and perceived physical exhaustion at work. This indicates that most of the results may not be due to change. Hence, we have decided not to adjust for multiple testing.

In the main analyses, the established associations between change in the working environment and productivity change are only affected to a small extent by whether each individual working environment indicator is analysed separately or whether all 9 indicators are included in the complete regression model.

The statistically significant associations of the main analyses are supported to a certain extent by the secondary cross-sectional analysis showing the most consistent and statistically significant association with productivity for three working environment indicators - the company's prioritization of the working environment, quantitative demands and experiencing physical exertion at work.

The main analyses show across sectors the strongest positive causal link between change in experience of physical exertion at work and productivity change. This causal connection is largely borne by the major industry group 'Construction' and the major industry group 'Trade and Transport'. The positive sign indicates that companies where employees experience reduced physical exertion at work from 2012 to 2014 have a stronger tendency to subsequently achieve increased productivity over the period 2013-2015.

For the company's prioritization of the working environment, a positive reverse causal relationship and a negative kvasi-causal relationship with productivity change are observed/seen across all industries. These relationships are also largely borne by the major industry group 'Construction' and the major industry group 'Trade and transport'. The positive reverse causal relationship means that companies that have increased their productivity in the period 2010-2012 have a stronger tendency to subsequently prioritize the working environment in the period 2012-2014.

Across industries, change in quantitative demands shows a negative kvasi-causal relationship with change productivity. A possible explanation for the lack of significant causal relationship may be that quantitative demands (time pressure) affect productivity in the short run (in the same year) but not in the subsequent years. The association between change in quantitative demands and productivity change is largely borne by the major industry group 'Construction', which shows negative causal relationship and positive reverse causal link between change in quantitative demands and productivity change. In the major industry group 'Business Services', change in quantitative demands shows negative reverse causal association with productivity change.

Change in influence shows across all industries a negative causal correlation with productivity change. The major industry group 'Industry, Raw Materials and Supply' contributes in particular to the negative causal link between change in influence and productivity change. The weak causal correlation between influence and productivity may simply reflect that changes in influence from 2012 to 2014 are small and in many enterprises no change is observed/seen.

Across industry, change in collegial support shows a weak positive reverse causal correlation with productivity change. However, this correlation is not supported by the secondary cross-sectional analyses, and since the p-value is high (the correlation is weak), it may be that the correlation is simple a random result of multiple testing.

Neither safety culture nor justice shows significant association in the main analyses across industries or within each of the four major industry groups. The results are consistent with the secondary "raw" follow-

up analyses. Safety culture does not show statistically significant association with productivity in cross-sectional analyses.

The main analyses are supported and nuanced by the secondary follow-up analyses, elucidating whether the initial level of the quality of the working environment (in 2012) is important for an association with productivity. There is a clear tendency for both positive causal and positive reverse causal correlation between change in the working environment and productivity change for the third of companies that have the lowest initial level of the quality of the working environment in 2012. The positive causal relationship is statistically significant for quantitative demands and experience of physical exertion at work. The positive reverse causal correlation is statistically significant for the company's prioritization of the working environment, role clarity, influence and collegial support.

In the "raw" regression analyses, change in management quality shows positive causal connection with productivity change, but this relationship is eliminated and disappeared in the complete regression model. The result suggests that positive impacts of management quality on productivity are mediated by company determinants of productivity (e.g. employee education level, extent of company exports or company investments in technology). However, this may also be due to the fact that one or more of these company determinants can affect both employees' perceptions of management and the company's productivity and therefore not necessarily constitute a causal connection.

The four working environment factors

Main analyses across industries generally do not show statistically significant relationships between change in the four working environment factors and productivity change. However, main analyses within each of the 4 major industry groups show significant differences. In the major industry group 'Construction', change in the Time pressure factor shows negative causal connection and positive reverse causal connection with productivity change. In the major industry group 'Trade and Transport', the change in the Safety and Prevention Culture Factor shows negative causal connection and positive reverse causal connection with productivity change. In the major industry group 'Business Services', change in Influence and Relationship Factor shows negative causal connection and positive reverse causal connection with productivity change. Furthermore, change in Management Factor shows negative causal connection with productivity change.

It is noteworthy that all demonstrated statistically significant connections have the same direction. Negative causal connection may be related to the fact that the analyses are based on short follow-up time (one year). It is theoretically possible that investments in improving the working environment in the short term cannot earn themselves but that a gain in increased productivity can be achieved in the longer run. In contrast, analyses of reverse causality are based on longer follow-up time (2 years), and the results indicate that companies that improve productivity subsequently improve the working environment.

Discussion and conclusion

This project has - based on Cobb-Douglas' production function - successfully developed methods for analysing the correlation between indicators for the quality of the working environment and company productivity across industries and within selected major industry groups.

With the improved methods, it has been possible for the first time to detect causal and inverse causal relationships between changes in the working environment and changes in productivity.

The main hypothesis of causality between indicators for the quality of the working environment and productivity (H1-1) is confirmed across all industries (the hypothesis cannot be rejected) for influence at work and experience of physical exertion at work.

In comparison with previous studies which have used Cobb-Douglas' production function in analyses of associations between working conditions/working environment and productivity, the present study is based on a far higher number of enterprises, and the risk of failure to demonstrate other actual causalities due to low statistical power (type II error) is profoundly lower in the present study.

However, the negative correlation between influence and productivity is contrary to the assumption of positive causal relationship between the working environment and productivity. The secondary follow-up analyses show that the negative causal relationship is linked to those companies that have a medium or high level of influence at work in 2012. A theoretically possible interpretation may be that it may be associated with significant costs to further improve influence when the initial level is medium or high, and consequently, enhancements of influence can subsequently be associated with lower productivity at least for some time.

Analyses of kvasi-causal relationships indicate that there may also be a correlation between quantitative demands (time pressure) and productivity, but that it disappears in the long term, either because the association is short-lived or because it is due to reverse causality.

The main hypothesis of reverse causal relationship (H1-2) between productivity and working environment indicators is across all industries confirmed for the company's priority of working environment, role clarity, influence at work and collegial support. Here, the relationship is positive in all cases.

The secondary follow-up analyses generally show that positive reverse causal relationship is especially associated with those companies that have a low initial level of the quality of work environment in 2012. One possible interpretation may be that companies that improve productivity from 2010 to 2012 subsequently have larger tendency to use resources to improve the working environment if the starting point of the working environment is low in 2012, but that companies do not subsequently pay the same attention to the working environment if the initial level of the working environment is already high in 2012.

The project's second main hypothesis (H2) - that causal links between working environment indicators and productivity depend on industry – is analysed indirectly by comparing the estimated coefficients from the main analyses in the four major industry groups. Even though we did not actually test whether the estimated coefficients are statistically and significantly different between the four major industry groups, the differences are so profound that we consider the second main hypothesis to be confirmed. The negative causality between influence and productivity, which is statistically significant across all industries, is even more pronounced in the major industry group 'Industry, Raw Materials and Supply' but the causality is not observed significantly in any of the three other major industry groups. It seems reasonable to assume that this difference between the major industry group 'Industry, Raw Materials and Supply' and the three other major industry groups is statistically significant. Similarly the statistically significant causality between experienced physical exhaustion at work and productivity across industries is even more pronounced in two major industrial groups ('Construction' and 'Trade and transport') but not observed in the two other major industry groups. Finally, the hypothesis is supported indirectly by the large differences between the major industry group 'Construction' and the major industry group 'Business service' in which relationships between working environment indicators and productivity are statistically significant. This indicates that the working environment has remarkable different impact on productivity in the two different major industry groups.

Overall, the project shows a more consistent reverse causal connection than a causal connection between the working environment and productivity. This means that companies that have increased productivity (from 2010 to 2012) subsequently have a stronger tendency to invest in improving the working environment (from 2012 to 2014) whereas companies with improved working environment (from 2012 to 2014) not to the same extent achieve a subsequent increased productivity (from 2013 to 2015). A possible

explanation for this difference may be that it takes longer than one year before working environment improvements have a positive impact on productivity.

It should be emphasized that two working environment indicators - safety culture and justice - do not show any sign of relationship with productivity in main analyses, either across industries or within the four major industry groups. These two working environment indicators generally show very small changes in scale value from 2012 to 2014, and it is conceivable that there have been insufficient changes to enable the detection of statistically significant connections.

The project's secondary hypotheses (H3 and H4) on statistically significant positive correlation between working environment indicators and productivity in cross-sectional analyses have been confirmed for the company's prioritization of the working environment, safety culture, quantitative demands and experience of physical exertion at work. There is generally good consistency between the results of the cross-sectional analysis and the main follow-up analyses, which helps to enhance the credibility of the results.

Perspectives for the working environment

It is a basic premise in the Working Environment Act and in the collective working environment effort that companies not only have to create a good working environment because it pays off but that a good working environment also reflects that the companies display the necessary social responsibility. Nevertheless, there is a broad consensus among the social partners that clarifying positive relationships between the working environment and productivity can help spur Danish companies to implement more extensive working environment efforts and that this can help improving the productivity and competitiveness of the companies.

This project has further developed methods and statistical models to investigate causal relationships between different aspects of working environment and productivity of companies. The project has shown that there are major differences between industries and that it may be possible for each group of industries to more accurately designate and document the aspects of the working environment that are particularly positively associated with productivity. The perspective for the working environment is thus in the long term that the project will encourage Danish companies to improve the working environment more systematically.

Even now, the project shows that a reduction in employee experience of physical exertion at work leads to increased productivity. This is especially true in the major industry groups 'Construction' and 'Trade and transport'. In the short term, there can be great perspectives in implementing working environment efforts that reduce employees' experience of physical exertion at work particularly in companies in these two major industry groups.

1. PROJEKTETS FORMÅL

Projektets overordnede formål er

- 1) at videreudvikle metoder til at analysere sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af brancher og inden for brancher.
- 2) at undersøge mulige kausale sammenhænge mellem forskellige indikatorer for kvaliteten af virksomheders arbejdsmiljø og deres produktivitet på tværs af brancher og inden for udvalgte brancher.
- 3) at gennemføre en større brancherettet/brugerrettet formidling med det formål at øge danske virksomheders og interessenters viden om sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Projektets hypoteser følger af den teoretiske model, der blev fremsat af Becker et. al. (Becker & Huselid 1998; Becker et al. 2001), og som forudsætter en positiv sammenhæng mellem virksomheders arbejdsmiljø og produktivitet.

De primære hypoteser er

H1. Der er en reciprok kausal sammenhæng mellem indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og virksomhedernes produktivitet, dvs.

H1-1. Kausal sammenhæng - Ændringer i kvaliteten af arbejdsmiljøet prædikerer efterfølgende ændringer i virksomhedernes produktivitet.

H1-2. Omvendt kausal sammenhæng – Ændringer i virksomhedernes produktivitet prædikerer efterfølgende ændringer i kvaliteten af arbejdsmiljøet.

H2. Den kausale sammenhæng mellem indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og virksomhedernes produktivitet er afhængig af branche.

De sekundære hypoteser er

H3. I tværsnitsanalyser er der en positiv association mellem de forskellige indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og virksomhedernes produktivitet.

H4. I tværsnitsanalyser er associationen mellem de specifikke indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og virksomhedernes produktivitet afhængig af branche.

2. BAGGRUND

Negative sammenhænge mellem arbejdsmiljø og helbred har store omkostninger for såvel virksomhederne og arbejdstagerne som for samfundet som helhed. Men der har også været en stigende interesse i mulige positive sammenhænge mellem godt arbejdsmiljø og produktivitet. En rapport fra International Social Security Association (2012) konkluderer – på basis af virksomhedernes subjektive bedømmelse af cost-benefit af investering i sikkerhed og sundhed - at investering i forebyggelse på arbejdsmiljøområdet kan betale sig, og virksomheder kan i gennemsnit forvente at få deres investering tilbage 2,2 gange (Bräunig & Kohtall 2012). Denne undersøgelse er baseret på interviews med 337 virksomheder i 17 lande. Antallet af virksomheder forekommer at være for lavt til at kunne lave statistisk sikre analyser på tværs af lande og brancher. Endvidere anvendte undersøgelsen ikke et standardiseret mål for produktivitet - udtrykt ved værditilvækst pr. medarbejder -, men derimod virksomhedens egen subjektive bedømmelse af cost-benefit, der meget vel kan være forudindtaget i positiv retning. Tage Søndergaard Kristensen har for HK/Danmark gennemført en litteraturgennemgang om arbejdsmiljø og produktivitet (Kristensen 2010). I denne bog gennemgås 32 eksempler på positive sammenhænge mellem forskellige aspekter af især det psykosociale arbejdsmiljø og forskellige direkte eller indirekte mål for produktivitet. En undersøgelse blandt topledere i danske virksomheder viste, at 92 % mener, at et godt arbejdsmiljø er afgørende for, at virksomheden når dens økonomiske mål. Ca. 1/3 angiver, at den vigtigste grund til at sikre et godt arbejdsmiljø er, at det giver positive resultater på bundlinjen (Industriens Branchearbejdsmiljøråd 2012).

Undersøgelser af sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet har tidligere især været begrænset til udvalgte brancher (Oxenburgh et al. 2004), fx call centre (Batt 2000; Batt & Moynihan 2004), ældreplejen (Heponiemi et al. 2007; Taris & Schreurs 2009), skoler (Leana & Pil 2006), fremstillingsvirksomhed (Yeow & Sen 2003) og finansiell virksomhed (Edwards et al. 2014a,b). Nogle undersøgelser har anvendt produktivetsmål, der ikke kan generaliseres til andre sektorer, fx antal bøder, der er "produceret" af en myndighed (Baruch-Feldman et al. 2002), oplevet kvalitet af medicinsk behandling (Gittell et al. 2000), tons af zink produceret per arbejdstime (Niemelä et al. 2002) og hastighed af indtastning (Wyon 2004). Nogle undersøgelser har alene fokus på specifikke dele af arbejdsmiljøet, fx det psykosociale arbejdsmiljø (Lohela Karlsson 2010; Edwards et al. 2014a,b) eller interventioner for at reducere risiko for muskelskeletskader (Tomba et al. 2009). Endelig er flere undersøgelser baseret på enkeltstående case-studier enten i en enkelt virksomhed (Boles et al. 2004; Burton et al. 2008; Edwards et al. 2014a,b) eller on-site interventioner (Muntz et al. 2001; Yeow & Sen 2003; Heskett et al. 2008).

Der foreligger kun få undersøgelser af sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af forskellige brancher. Den førnævnte rapport fra International Social Security Association er et eksempel (Bräunig & Kohtall 2012). Arbejdsmiljøforskningsfonden har tidligere støttet projektet "Arbejdsmiljø på bundlinjen", der undersøger sammenhænge mellem arbejdsmiljø og virksomhedens produktivitet på et repræsentativt udsnit af virksomheder (Westergaard Nielsen 2008; Buhai et al. 2008; Buhai et al. 2015). Projektets analyser er baseret på 215 observationer, hvilket synes at udgøre et for begrænset datasæt til, at der kan drages generaliserbare konklusioner.

Vi har for nyligt for Nordisk Ministerråd gennemført undersøgelsen "*Working environment and productivity. A register-based analysis of Nordic Enterprises*" (Foldspang et al. 2014). Undersøgelsen er den første, som undersøger sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet på et stort antal virksomheder på tværs af forskellige brancher og på tværs af nordiske lande (Danmark, Sverige, Finland og Norge). Undersøgelsen viser en stærk sammenhæng mellem fysisk arbejdsmiljø og produktivitet.

Undersøgelsen kan derimod ikke bekræfte en sammenhæng mellem det psykosociale arbejdsmiljø og produktivitet, der er fundet i tidligere undersøgelser (Lohela Karlsson 2010; Edwards et al. 2014a,b). I den nordiske undersøgelse har vi anvendt et relativt bredt indeks for psykosocialt arbejdsmiljø, som måske ikke

i tilstrækkeligt grad har karakteriseret de enkelte virksomheders psykosociale arbejdsmiljø (Foldspang et al. 2014). Det er muligt, at mere specifikke indikatorer for forskellige aspekter af det psykosociale arbejdsmiljø ville have givet et andet resultat.

En svaghed ved den nordiske undersøgelse er endvidere, at den bygger på tværsnitsdata. Der kan teoretisk være tale om omvendt kausalitet eller andre konkurrerende forklaringer, der ikke måles/undersøges (fx "common cause"). I teorien kan en association mellem arbejdsmiljø og produktivitet afspejle, at produktive virksomheder har flere ressourcer til at skabe et bedre arbejdsmiljø. Det er også teoretisk muligt, at de viste sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet i virkeligheden skyldes, at både arbejdsmiljø og produktivitet hænger sammen med en underliggende variable, der ikke er undersøgt eller kan undersøges (uobserverbar heterogenitet).

3. PROJEKTETS METODE OG UDFØRELSE

Projektet omfatter tre delanalyser:

- Robusthedsanalyser – præcision i måling af virksomhedens arbejdsmiljø baseret på besvarelse af spørgsmål i virksomhedsstikprøven i AH2012.
- Metodeudvikling – herunder afprøvning af specifikke arbejdsmiljøindikatorer i tværsnitsanalyser.
- Hovedanalyser – kausale sammenhænge mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet.

3.0. Studiepopulationer

Data er dannet ud fra personstatistik og virksomhedsstatistik fra Danmarks Statistik. I personstatistikken tages der udgangspunkt i samtlige beskæftigede personer fra RAS-registeret (Registerbaseret arbejdsstyrkestatistik). Herpå kobles data om uddannelse fra UDDA, data om køn fra BEF (personer i befolkningen) og data om erhvervs erfaring fra FIDA (Firma IDA, firmastatistik), suppleret med seneste beskæftigelsesstatistik fra BFL (Beskæftigelse for lønmodtagere). Virksomhedsstatistikken tager udgangspunkt i samtlige virksomheder, som jf. RAS-statistikken har personer ansat i november. Herpå kobles firmastatistik fra FIRM og regnskabsstatistik fra FIRE (Firma regnskab). Det samlede antal beskæftigede personer og virksomheder for årene 2010-2014 fremgår af tabel 3.0.1.

Tabel 3.0.1. Udgangspopulation - Samlet antal beskæftigede og virksomheder i Danmark

	Beskæftigede personer	Virksomheder
2010	2.645.370	252.008
2011	2.644.271	254.409
2012	2.627.943	254.819
2013	2.630.283	256.955
2014	2.647.662	260.541

Kilde: Danmarks Statistik

Via personnummer kobles data i udgangspopulationen med spørgeskemadata fra NFA's store spørgeskemaundersøgelse 'Arbejdsmiljø og Helbred' (AH) 2012 og 2014. En detaljeret beskrivelse af den udtrukne stikprøve i AH, der omfatter en erhvervsaktiv andel af befolkningen i aldersgruppen 18 til 64 år med bopæl i Danmark, findes på NFA's hjemmeside (<https://arbejdsmiljoidanmark.nfa.dk/metode.html>).

AH omfatter beskæftigede i både offentlige og private virksomheder. Projektets analyser fokuserer alene på private virksomheder, hvor man kan anvende værditilvækst pr medarbejder som et mål for produktivitet i overensstemmelse med OECD's definition (OECD 2001; OECD 2013; Diewert & Nakamura 2005). Dermed indgår offentlige virksomheder ikke. Tabel 3.0.2. giver et overblik over antal beskæftigede personer og virksomheder efter kobling med spørgeskemadata fra AH.

Tabel 3.0.2.

Udgangspopulation koblet med spørgeskema (Data 1)

	Koblet med spørgeskema Alle virksomheder		Koblet med spørgeskema (Data 1a) Private virksomheder med værditilvækst data	
	Personer	Virksomheder	Personer	Virksomheder
2012	25.804	7.433	11.091	5.215
2014	29.192	9.575	12.570	6.717
I alt	54.996	17.008	23.661	11.932

Kilde: Danmarks Statistik og NFA

I projektets analyser af kausale sammenhænge indgår mål for ændring i produktivitet over tid – fx fra 2012 til 2014. Datasættes begrænses derfor yderligere til virksomheder, der indgår både i AH2012 og AH2014, se tabel 3.0.3.

Tabel 3.0.3.

Data for virksomheder, der findes i begge år (Data 2)

	Beskæftigede personer	Virksomheder
2012	7.923	2.973
2014	8.251	2.973

Kilde: Danmarks Statistik og NFA

En udfordring ved data i tabel 3.0.3. er, at vi kobler spørgeskemadata, der er indsamlet i foråret, med RAS-registeret, der indeholder status for beskæftigelsen i november. Dermed kan der for nogle personer være uoverensstemmelse mellem den virksomhed, de var ansat ved, da de besvarede spørgeskemaet, og den virksomhed, som de var ansat ved i november. For at undgå at personer kobles til den forkerte virksomhed, begrænser vi populationen til kun at omfatte personerne, der var ansat ved samme virksomhed året inden (henholdsvis 2011 for 2012-spørgeskemaet og 2013 for 2014-spørgeskemaet). Af tabel 3.0.4. ses, at denne begrænsning kun reducerer studiepopulationen marginalt.

Tabel 3.0.4.

Data for virksomheder, der findes i begge år, med begrænsning til beskæftigede, der også var ansat på virksomheden året før (Data 2b)

	Beskæftigede personer	Virksomheder
2012	7.627	2.892
2014	7.947	2.892

Note: Inkluderer kun personer, som var ansat ved samme virksomhed året inden (henholdsvis 2011 for 2012-spørgeskemaet og 2013 for 2014-spørgeskemaet).

Kilde: Danmarks Statistik og NFA

For at undgå potentielle målefejl i data (se appendiks 4) har vi valgt yderligere at begrænse populationen til virksomheder, hvor det er de samme personer, som har svaret på spørgeskemaet i begge år, se tabel 3.0.5. Vi har testet, at denne begrænsning ikke leder til selektionsbias, se desuden afsnit 5.3 om metodeudvikling.

Tabel 3.0.5. Det endelige grunddata

Data for virksomheder, der findes i begge år, og med arbejdsmiljødata for personer, som også var ansat på virksomheden året før, og som bevarede spørgeskemaet begge år (data 3b)

	Beskæftigede personer	Virksomheder
2012	3.589	2.382
2014	3.589	2.382

Kilde: Danmarks Statistik og NFA

Efter dannelse af de endelige grunddata, som beskrevet ovenfor, har vi dannet de relevante regressionsvariable, hvilket også har ført til en mindre reduktion i antallet af virksomheder, der kan indgå i de endelige regressionsanalyser - se tabel 3.0.6:

- I regressionen indgår logaritmen til værditilvæksten, derfor udelukkes virksomheder med ingen eller negativ værditilvækst.
- Virksomheder med manglende data om årsværk frasorteres.
- Virksomheder uden data om anlægsaktiver frasorteres.
- I analyserne af kausalitet og omvendt kausalitet skal data desuden findes for alle år i en længere periode (2012-2015 for kausalitet og 2010-2014 for omvendt kausalitet).

Bemærk at virksomheder, hvor Danmarks Statistik har imputeret data for regnskabstal (især mindre virksomheder), ikke er frasorteret, men at dette ikke forventes at give skævhed i vores resultater, jf. appendiks 4.

Tabel 3.0.6. Endelige studiepopulationer, antal virksomheder

	Virksomheder
Kausalitet	2.183
Omvendt kausalitet	2.111
Kvasikausalitet	2.266

Note: Angiver antallet af virksomheder fra grunddata, som har observationer for de angivne variable.

Kilde: Danmarks Statistik

3.1. Robusthedsanalyse

Analyserne gennemføres for at kunne vurdere, hvor godt et estimat for den enkelte virksomheds arbejdsmiljø, der fås ved brug af udvalgte spørgsmål i AH2012.

I projektets analyser af sammenhængen mellem arbejdsmiljø og produktivitet anvendes besvarelser af AH-spørgeskemaet i 2012 (og/eller 2014) for i gennemsnit omkring 1,5 medarbejdere, som proxymål for virksomhedens arbejdsmiljø. En sådan metode er selvfølgelig behæftet med betydelig usikkerhed, fordi det langt fra er sikkert, at 1 til 2 personer, der er tilfældigt udtrukket til AH-undersøgelsen, er repræsentative

for virksomhedens medarbejdere. For at få indtryk af størrelsen af denne usikkerhed analyserer vi et datasæt, der er knyttet til virksomhedsovervågningen (VAI).

I 2012 fik 2.000 virksomheder tilsendt VAI-spørgeskemaet samtidigt med, at et tilfældigt udsnit af disse virksomheders medarbejdere fik AH2012-spørgeskemaet. I alt har vi svar fra 1.050 virksomheder med tilhørende besvarelse af AH2012-spørgeskemaet fra 8.409 medarbejdere. For disse virksomheder er det altså muligt at beregne spredningen af besvarelser på AH2012-spørgsmål blandt medarbejdere inden for den samme virksomhed. Dermed kan vi belyse i hvor høj grad, der er overensstemmelse mellem en enkelt medarbejders besvarelse og virksomhedens gennemsnit (robusthedsanalyse).

Robusthedsanalyserne, der er udført af statistiker Hans Bay ved NFA, er nærmere beskrevet i appendiks 1 "Notat om robusthedsanalyser".

3.2. Metodeudvikling

Metodeudviklingen havde primært til formål

1) at udvikle en række forskellige, specifikke indikatorer for det fysiske henholdsvis det psykosociale arbejdsmiljø

Skalaer om arbejdsmiljøpåvirkninger

Udgangspunktet for udvikling af indikatorer for det fysiske og psykosociale arbejdsmiljø er de skalaer om arbejdsmiljøpåvirkninger, der indgår i AH-spørgeskemaet i 2012 og 2014. Et væsentligt kriterium er, at de forskellige udvalgte skalaer (arbejdsmiljøindikatorer) kan rangordne kvaliteten af arbejdsmiljøet i virksomheder i forskellige brancher, dvs. at de skal omfatte arbejdsmiljøpåvirkninger, der er generelt udbredte på tværs af forskellige brancher.

Udvælgelse og karakterisering af skalaer/indikatorer er gennemført af NFA: Statistiker Hans Bay i tæt samarbejde med Jesper Møller Pedersen og Otto Melchior Poulsen. Udvælgelse og karakterisering af skalaer er nærmere beskrevet i appendiks 2.

Korrelationsanalyser viser, at flertallet af de udvalgte skalaer er stærkt korrelerede (se appendiks 2). Når flere af skalaerne er stærkt korrelerede, kan det være vanskeligt at fortolke resultater fra en regressionsmodel, hvor alle skalaer indgår samtidigt i analyser af sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet, fordi forskellige korrelerede skalaer kan påvirke hinanden indbyrdes.

Faktoranalyse

Et spørgeskema omfatter kun i begrænset omfang faktuelle oplysninger (fx alder, køn, civilstand). Besvarelse af de fleste spørgsmål kræver en subjektiv fortolkning i forhold til respondentens værdisæt og oplevede livssituation. En del spørgsmål vil derfor være korrelerede, bl.a. fordi de er relateret til et fælles overordnet værdisæt. Sådanne fælles overordnede værdisæt kan karakteriseres ved bestemte mønstre i besvarelsen af spørgsmålene i spørgeskemaet. En såkaldt faktoranalyse kan isolere og genkende sådanne bestemte mønstre. For at komme omkring problemet med korrelation har vi derfor gennemført en faktoranalyse til at beregne nye mål for kvaliteten af arbejdsmiljøet, som ikke er indbyrdes korrelerede.

Beregning og indhold af de fire faktorer er nærmere beskrevet i appendiks 3.

Faktoranalysen, der er udført af statistiker Hans Bay (NFA) og Sarah Kildahl Nico Nielsen (Højbjerg Brauer Schultz), omfatter alle de 33 spørgsmål, der indgår i de udvalgte skalaer. Faktoranalysen bygger på en antagelse om, at besvarelsen af hver af de 33 spørgsmål er normalfordelt. Der er brugt en såkaldt varimax rotation, der dels sikrer, at de konstruerede faktorer bliver uafhængige af hinanden, dels medfører, at de enkelte spørgsmål enten bliver meget højt korreleret med faktoren eller meget lavt. Selv om alle spørgsmål

indgår i det mønster, der kendetegner hver faktor, har de forskellige spørgsmål forskellig vægt og fortegn i de forskellige faktorer. Det er således forholdsvis få spørgsmål, som i særlig grad "tegner" faktoren. Dette bevirker, at man mere enkelt får mulighed for at navngive faktoren.

Data fra både AH-2012 og AH-2014 er anvendt. På denne baggrund har vi estimeret fire faktorer, der ikke overlapper hinanden. At faktorerne er uafhængige af hinanden, er ikke udtryk for, at de enkelte spørgsmål er uafhængige af hinanden. Den gennemførte faktoranalyse beregner i princippet 33 faktorer. De fire første faktorer forklarer tilsammen ca. halvdelen af variationen i de 33 spørgsmål, og tilføjelse af yderligere faktorer bidrager hver for sig kun til at forklare en meget lille ekstra del af variationen. Vi har derfor valgt at fokusere på de fire første faktorer.

Ud fra de spørgsmål, der "tegner" faktorerne, har vi valgt følgende betegnelser for de fire faktorer:

Faktor 1. Ledelsesfaktor. Her bidrager især spørgsmål fra skalaen om den direkte ledelse samt skalaen om retfærdighed.

Faktor 2. Indflydelses- og relationsfaktor. I denne faktor bidrager især spørgsmål fra skalaer om indflydelse, kollegial støtte, rolleklarhed og retfærdighed.

Faktor 3. Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor. Her bidrager spørgsmål om sikkerhedskultur og spørgsmål om, hvorvidt virksomheden prioriterer arbejdsmiljøindsatsen højt. Endvidere bidrager spørgsmålet om oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejde især til denne faktor.

Faktor 4. 'Tidspres' faktor. I denne faktor bidrager især spørgsmål fra skalaen om kvantitative krav (tidspres).

2) at belyse, om det er muligt at påvise sammenhæng mellem de forskellige arbejdsmiljøindikatorer og virksomheders produktivitet i tværsnitsanalyser (H3 og H4).

Som grundlag for disse analyser er de endelige studiepopulationer fra tabel 3.0.6 anvendt. Registerkobling og datarensning er udført af Esben Anton Schultz og Sarah Kildahl Nico Nielsen fra Højbjerg Brauer Schultz. De statistiske analyser er udført af seniorforsker Karsten Albæk fra VIVE og Sarah Kildahl Nico Nielsen fra Højbjerg Brauer Schultz.

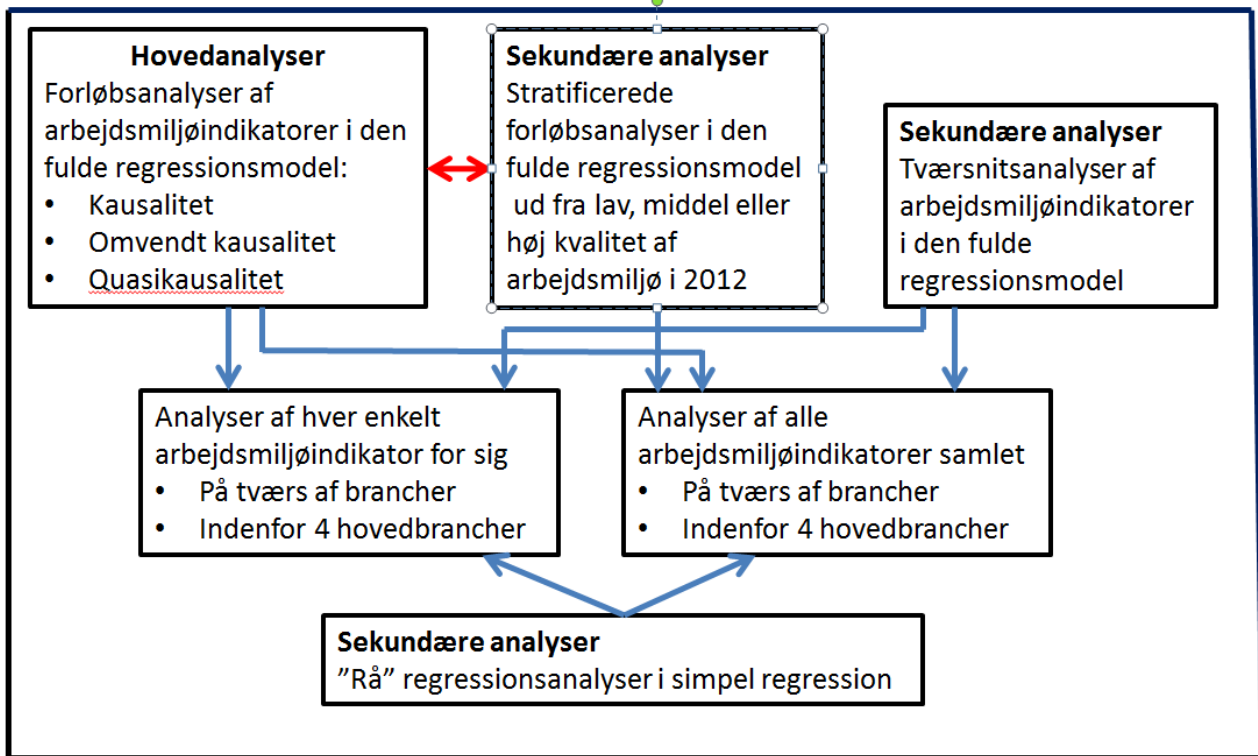
Resultater af tværsnitsanalyserne er præsenteret i resultatafsnit 4.3.1. og 4.4.1.

3) at videreudvikle statistiske metoder til at analysere kausale sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

De statistiske analyser har taget udgangspunkt i at estimere Cobb-Douglas' produktionsfunktioner (Cobb & Douglas 1928) ved anvendelse af lineær regression (Baltagi et al. 1999; Black & Lunn 2001; Christensen et al. 2014; Foldspang et al. 2014).

Appendiks 4 beskriver videreudviklingen af de statistiske metoder, herunder de anvendte regressionsmodeller.

Figur 3.2. skitserer elementerne i analysestrategien



Figur 3.2. Elementer i analysestrategien

Hovedanalyser

Hovedanalyserne i den fulde regressionsmodel omfatter tre forskellige typer af forløbsanalyser, som vi har benævnt:

- Kausalitet: I disse analyser undersøges, om ændring i arbejdsmiljø fra 2012 til 2014 hænger sammen med en efterfølgende ændring i produktivitet fra 2013 til 2015.
- Omvendt kausalitet: I disse analyser undersøges, om ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 hænger sammen med en efterfølgende ændring i arbejdsmiljø fra 2012 til 2014.
- Kvasikausalitet: I disse analyser undersøges, om ændring i arbejdsmiljø 2012-2014 hænger sammen med en samtidig ændring i produktivitet 2012-2014. Disse analyser giver viden om, hvorvidt der er sammenhæng mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet, men de siger ikke noget om retningen af en eventuel sammenhæng.

Den fulde regressionsmodel betegner en model, hvor en række kendte virksomhedsdeterminanter af produktivitet indgår (kapital, arbejdskraft, uddannelse, arbejdsmarkedserfaring, virksomhedens alder, andel kvinder, virksomhed med eksport, virksomhed med flere arbejdssteder, branche).

Sekundære analyser

Det kan ikke på forhånd udelukkes, at en arbejdsmiljøindikator er korreleret med de anvendte virksomhedsdeterminanter. For at få et indtryk af, i hvilket omfang virksomhedsdeterminanterne påvirker en eventuel sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet, har vi gennemført "rå" regressionsanalyser af sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet uden virksomhedsdeterminanter i regressionsmodellen. Man skal dog være varsom med at fortolke disse "rå" regressioner, da det ikke kan udelukkes, at den identificerede sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet skyldes, at både produktivitet og arbejdsmiljø hænger sammen med en eller flere af

virksomhedsdeterminanterne. Fx kan det være tilfældet, at en stor andel ansatte med høj uddannelse påvirker både arbejdsmiljøet og produktivitet. Når man ikke korrigerer for antallet af ansatte med høj uddannelse, vil man derfor finde en positiv sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet, som ikke skyldes en kausal sammenhæng mellem disse to.

I den fulde regressionsmodel har vi som udgangspunkt antaget en lineær sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. For nærmere at undersøge denne antagelse har vi gennemført stratificerede forløbsanalyser, idet virksomhederne deles i tre grupper ud fra skalaværdien af arbejdsmiljøindikatoren i 2012 (Lav = de ca. 1/3 af virksomheder, som har de laveste skalaværdier i 2012; Høj = de ca. 1/3 af virksomheder, som har de højeste skalaværdier i 2012; Middel = de resterende ca. 1/3 af virksomheder).

Erfaringsmæssigt er det uhyre vanskeligt at påvise kausale sammenhænge i forløbsanalyser mellem arbejdsmiljø og produktivitet, og ingen har tidligere lykkedes med at gøre det. Som del af metodeudviklingen har vi derfor gennemført tværsnitsanalyser for at belyse, om det overhovedet er muligt at påvise sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet. Det skal fremhæves, at tværsnitsanalyser ikke kan sige noget om karakteren af (underliggende forklaringer på) eventuelle sammenhænge.

Syv af de ni arbejdsmiljøindikatorer viser relativt høj korrelation. Hvis alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samtidigt i den fulde regressionsmodel, kan det vanskeliggøre fortolkning af resultaterne, fordi indikatorer med høj korrelation kan påvirke (udviske) hinanden eller endog fører til modsat fortegn i en samlet regressionsmodel. Vi har derfor valgt både at gennemføre regressionsanalyser for hver enkelt arbejdsmiljøindikator for sig og for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet. Herved for vi mulighed for at belyse, om de forskellige arbejdsmiljøindikatorer påvirker hinanden i den fulde regressionsmodel.

Alle tværsnits- og forløbsanalyser er blevet gennemført på tværs alle brancher/virksomheder. Endvidere er virksomhederne blevet inddelt i syv hovedbranchegrupper, og analyser er gennemført inden for hver af de fire største hovedbranchegrupper: 'Industri, råstof og forsyning' (651 virksomheder), 'Bygge og anlæg' (232 virksomheder), 'Handel og transport' (823 virksomheder), 'Erhvervsservice' (337 virksomheder).

4) at afprøve, om den sammenhæng mellem fysisk arbejdsmiljø og produktivitet, der blev påvist i det nordiske projekt (Foldspang et al. 2014)(baseret på tværsnitsdata fra NAK2005 og NAK2010) er robust over tid, dvs. kan genfindes i tværsnitsdata fra AH2012 og AH2014.

I det nordiske projekt har vi anvendt et indeks for fysisk arbejdsmiljø, der omfatter følgende 11 spørgsmål i NAK2005 og NAK2010 (Foldspang et al. 2014):

- Er du udsat for støj, der er så høj, at du må råbe for at tale sammen med en, der står lige ved siden af dig?
- Medfører dit arbejde, at du arbejder med ryggen kraftigt foroverbøjet uden at støtte med hænder og arm?
- Medfører dit arbejde, at du vrider eller bøjer ryggen mange gange i timen?
- Medfører dit arbejde, at du har armene løftet i eller over skulderhøjde?
- Hvor stor en del af din arbejdstid skubber eller trækker du?
- Hvor stor en del af din arbejdstid bærer eller løfter du?
- Hvad vejer det, du bærer eller løfter, typisk?
- Medfører dit arbejde, at du står samme sted?
- Medfører dit arbejde, at du sidder på hug eller ligger på knæ, når du arbejder?
- Er du udsat for hudkontakt med rengøringsmidler og / eller desinfektionsmidler?
- I hvor stor en del af din arbejdstid har du våde eller fugtige hænder?

Indeksværdi for en respondent på spørgeskemaet er beregnet som middelværdien for de besvarede spørgsmål ud af de 11 spørgsmål, idet alle spørgsmål først er normaliseret på skala fra 0 til 100, hvor 100

udtrykker den mest positive svarmulighed. Indexværdi for hver virksomhed er beregnet som middelværdi for de medarbejdere, der har besvaret spørgeskemaet.

De 11 spørgsmål er så specifikke, at de antages kun at være relevante for et lille andel af virksomhederne, og mange respondenter har givetvis anvendt den bedst mulige svarkategori som udtryk for, at eksponeringen ikke findes (ikke er relevant) på deres arbejdsplads. Der er således risiko for en 'ceiling' effekt.

9 af de 11 spørgsmål findes også stort set uændret i AH2012 og AH2014, så det vil være teknisk muligt at beregne en tilsvarende indekseværdi for virksomhederne i AH2012 og AH2014. Vi bedømmer imidlertid, at det er et stort problem, at hvert af spørgsmålene givetvis er irrelevante for flertallet af virksomheder. I nærværende projekt har vi udvalgt arbejdsmiljøindikatorer ud fra, at de skal være relevante for de fleste virksomheder, hvilket i praksis betyder, at vi i stedet for specifikke spørgsmål om tunge løft og kroppsstillinger kun har anvendt et enkelt, generelt spørgsmål om oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

Vi har derfor besluttet, at det ikke giver mening at analysere, om det indeks for fysisk arbejdsmiljø, der er estimeret ud fra data fra NAK2005 og NAK2010, og som viser en signifikant positiv sammenhæng med produktivitet i tværsnitsanalyser (koefficient 0,078; $p < 0,01$), også er signifikant positivt korreleret med produktivitet i AH2012 og AH2014. Der er ingen grund til at tro, at dette ikke vil være tilfældet, fordi analysen i AH2014 har større statistisk styrke end analysen i NAK2005/NAK2010. I nærværende projekt er oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejde signifikant korreleret med produktivitet i AH2012 (koefficient 0,050; $p < 0,01$) og AH2014 (koefficient 0,045; $p < 0,01$)(se tabel 4.3.1.1.). Med hensyn til fysisk arbejdsmiljø peger begge undersøgelser i samme retning.

4. RESULTATER

4.0 Beskrivende statistik

Som beskrevet i afsnit 3.0. repræsenterer afgrænsningen af studiepopulationen en stigende afgrænsning med henblik på at reducere mulige målefejl i regressionsanalyserne. Beskrivende statistik (se appendiks 2) for de variable, der indgår i regressionsanalyserne, viser, at afgrænsningen fører til, at virksomhederne i studiepopulationen i gennemsnit bliver

- Større: Væsentligt flere ansatte pr. virksomhed, større andel virksomheder med eksport, større andel virksomheder med to eller flere afdelinger.
- Mere produktive: Større værditilvækst/årsværk, mere kapital/årsværk.
- Mere modne: Øget virksomhedsalder, og medarbejdere har svagt øget arbejdsmarkedserfaring.

Disse forskydninger afspejles også i den branchevise sammensætning, hvor andelen af virksomheder inden for hovedbranchegruppe 'Industri, råstofindvinding og forsyning' stiger med 6 %-point, mens andelen af virksomheder inden for de seks andre hovedbranchegrupper falder svagt. Derimod har afgrænsningen ingen effekt på andelen af kvinder, der er ansat på virksomheden, eller på medarbejdernes uddannelsesniveau.

Tabel 4.0.1. præsenterer beskrivende statistik for fordelingen af de variabler, der indgår i regressionsmodellen (se appendiks 4), på den endelige population af virksomheder.

Tabel 4.0.1.

Beskrivende statistik for endelig population af virksomheder til regressionsanalyser

	2012		2014	
	Gns.	Std. afv.	Gns.	Std. afv.
Værditilvækst/årsværk	738,1	887	732,5	719,5
Anlægsaktiver/årsværk	2100,1	12331,8	1836,8	9511,2
Årsværk	182,6	709,2	184,9	726,3
Andel faglærte	44 %	22 %	44 %	22 %
Andel kort- og mellemlang uddannelse	17 %	17 %	18 %	17 %
Andel lang videregående uddannelse	7 %	13 %	8 %	14 %
Andel erfaring over 21 år	44 %	22 %	47 %	22 %
Andel erfaring 11-20 år	26 %	14 %	24 %	13 %
Andel erfaring 4-10 år	16 %	12 %	14 %	12 %
Andel kvinder	32 %	24 %	32 %	24 %
Virksomhedsalder	22,4	18,6	24,5	18,7
Andel eksportvirksomheder	60 %	49 %	62 %	49 %
Andel virksomheder med flere arbejdssteder	36 %	48 %	37 %	48 %
Hovedbranche				
Industri, råstofindvinding og forsyning	29 %	46 %	29 %	45 %
Bygge og anlæg	10 %	30 %	10 %	30 %
Handel og transport mv.	37 %	48 %	37 %	48 %
Information og kommunikation	6 %	24 %	6 %	24 %
Ejendomshandel og udlejning	2 %	15 %	2 %	15 %
Erhvervsservice	15 %	36 %	15 %	36 %
Kultur, fritid og anden service	0 %	6 %	0 %	6 %
Arbejdsmiljøindikatorer¹				
Prioritering af arbejdsmiljøet (Arbmil; 1-5)	3.7	0.7	3.7	0.7
Sikkerhedskultur (sikker; 1-5)	4.0	0.6	4.1	0.6
Kvantitative krav (Kvan; 1-5)	2.9	0.6	2.8	0.6
Ledelseskvalitet (Ledelse; 1-5)	3.4	0.8	3.4	0.8
Rolleklarhed (Rolle; 1-5)	3.9	0.6	3.8	0.6
Indflydelse (Indf; 1-5)	4.3	0.7	4.3	0.7
Retfærdighed (Retf; 1-5)	3.5	0.8	3.6	0.8
Kollegial støtte (Koll; 1-5)	4.2	0.7	4.2	0.7
Fysisk anstrengelse i arbejdet (Fys-an; 0-10)	6.6	2.9	6.9	2.8
N	2.266	2.266	2.266	2.266

Note: Statistik for den endelige population, der er anvendt i den kvasikausale analyse. Populationen i den kausale og omvendte kausale analyse ligner det beskrevne her.

(1) Retning på arbejdsmiljøindikatorerne er vendt, således at de højeste skalaværdier repræsenterer det bedste arbejdsmiljø.

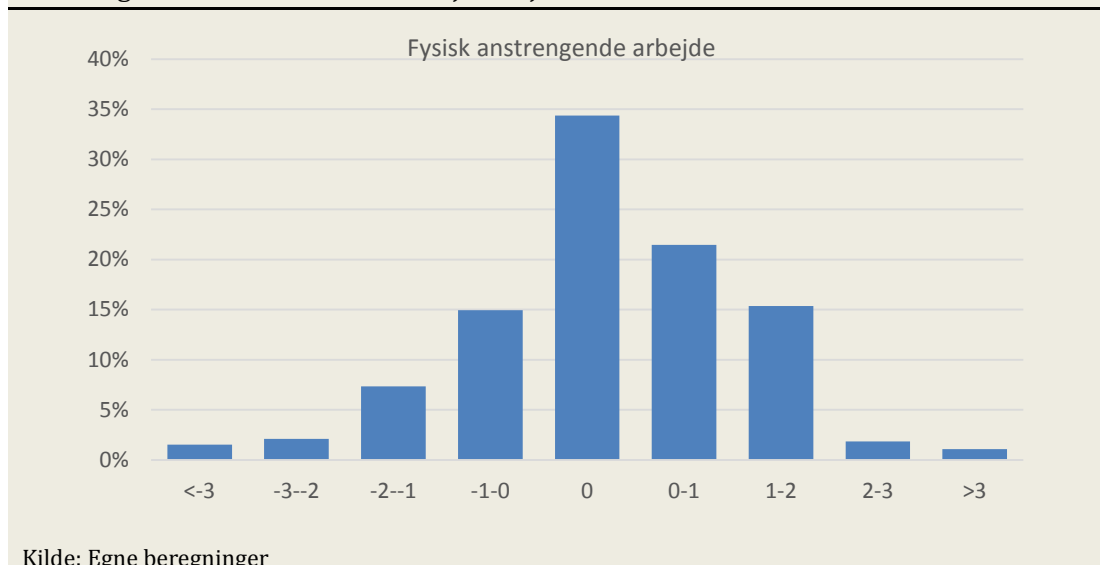
I regressionsanalyserne anvender vi ændringer fra 2012 til 2014 i arbejdsmiljøindikatorerne for de enkelte virksomheder til at estimere sammenhængen mellem arbejdsmiljø og produktivitet (fixed effekt 'within' metode – se appendiks 4). For at denne metode skal kunne anvendes til at vise signifikante resultater, er det nødvendigt med tilstrækkelig store ændringer over tid i henholdsvis arbejdsmiljø og produktivitet. Gennemsnitsværdien for de ni arbejdsmiljøindikatorer i 2012 og 2014 er uhyre ens. Vi har derfor i figur 4.0.1. undersøgt, om dette gennemsnit dækker over forskellige fordelinger af ændringer fra 2012 til 2014 for de ni forskellige arbejdsmiljøindikatorer.

Figur 4.0.1.
Ændringer fra 2012 til 2014 i arbejdsmiljøindikatorer



Kilde: Egne beregninger

Figur 4.0.1. fortsat
Ændringer fra 2012 til 2014 i arbejdsmiljøindikatorer



Kilde: Egne beregninger

Fordelingen af ændringer fra 2012 til 2014 viser bemærkelsesværdige forskelle mellem de ni forskellige arbejdsmiljøindikatorer. Indflydelse og kollegial støtte viser en fordeling med meget små ændringer fra 2012 til 2014, hvor knap 40 % af virksomhederne slet ikke viser nogen ændring. Ligeledes viser sikkerhedskultur og retfærdighed en fordeling med små ændringer, idet der dog er tendens til flere positive end negative ændringer. Også for disse to arbejdsmiljøindikatorer viser en stor andel af virksomhederne ingen ændring (24 % henholdsvis 28 %). For disse fire arbejdsmiljøindikatorer indikerer fordelingen af ændringer, at det kan blive svært at finde signifikante sammenhænge i de kausale analyser (fixed effekt).

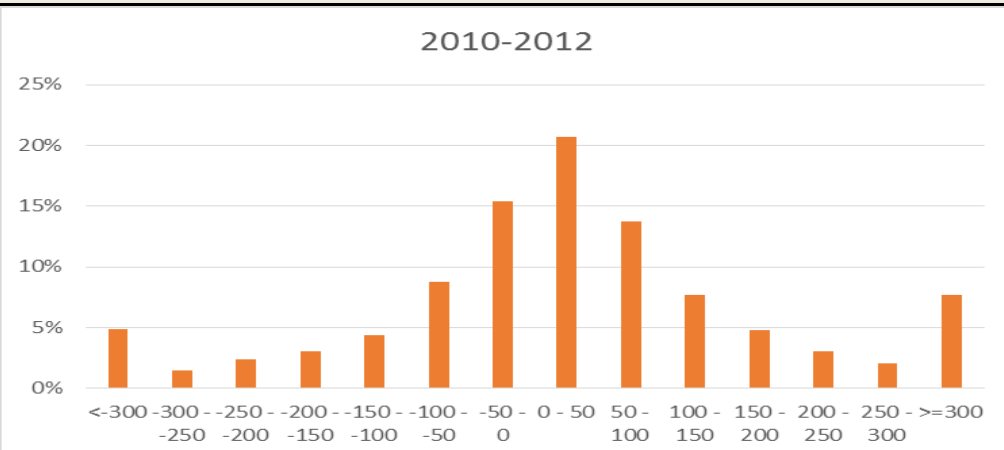
Prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav (tidspres), ledelseskvalitet og rolleklarhed viser alle en karakteristisk fordeling af ændringer med to toppunkter. For disse fire arbejdsmiljøindikatorer er der tegn på to fordelinger af virksomheder, en fordeling med positive ændringer og en fordeling med negative ændringer. For de fire arbejdsmiljøindikatorer er de to modsat rettede fordelinger praktisk talt lige store, og mindre end 20 % af virksomheder viser ingen ændring fra 2012 til 2014 (mellem 8 % og 19 %). For disse fire arbejdsmiljøindikatorer indikerer de todelte fordelinger, at der kan være bedre mulighed for at finde signifikante sammenhænge i de kausale analyser.

Arbejdsmiljøindikatoren 'fysisk anstrengelse i arbejdet' viser en lidt skæv normalfordeling, hvor de positive ændringer er mere fremherskende end de negative ændringer. Selv om en relativ stor andel virksomheder (34 %) ikke viser ændring fra 2012 til 2014, er der her stor spredning, hvilket øger muligheden for at finde signifikante sammenhænge i de kausale analyser.

Ændring i virksomhedernes produktivitet (værditilvækst pr. fuldtidsansat) viser også en normalfordeling med relativt stor spredning. Som et eksempel viser figur 4.0.2. fordelingen af ændring i produktivitet fra 2010 til 2012. Ændring i produktivitet fra 2012-2014 og fra 2013-2015 viser grundlæggende den samme fordeling.

Figur 4.0.2.

Ændringer fra 2010 til 2012 i værditilvækst pr. fuldtidsansat



Kilde: Egne beregninger

4.1 Robusthedsanalyse

Appendiks 1 præsenterer resultaterne af to robusthedsanalyser, der begge tyder på, at den anvendte metode til at estimere kvaliteten af virksomhedens arbejdsmiljø - baseret på en eller få medarbejders besvarelse af AH-spørgeskemaet – i gennemsnit giver rimeligt robuste estimater med en usikkerhed, der er væsentligt mindre end standardafvigelsen.

4.2 Udvikling og karakterisering af ni arbejdsmiljøindikatorer og fire arbejdsmiljøfaktorer

Udvikling og karakterisering af de ni indikatorer (skalaer) for kvaliteten af arbejdsmiljøet er præsenteret i appendiks 2.

Appendiks 3 præsenterer udvikling af de fire arbejdsmiljøfaktorer, der er baseret på en faktoranalyse i AH-2012 og AH-2014 på tværs af de 33 spørgsmål, der er omfattet af de udvalgte arbejdsmiljøindikatorer.

Sammenhænge mellem ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet

Korrelationsanalysen (appendiks 2) viste både i AH2012 og AH2014 en høj korrelation mellem syv arbejdsmiljøindikatorer (Arbmil, Sikker, Ledelse, Rolle, Indfl, Retf og Koll). Hvis alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samtidigt i regressionsmodellen, kan det vanskeliggøre fortolkning af resultater af regressionsanalysen, fordi indikatorer med høj korrelation kan påvirke (udviske) hinanden eller endog føre til modsat fortegn i en samlet regressionsmodel. Vi har derfor valgt både at gennemføre regressionsanalyser for hver enkelt arbejdsmiljøindikator for sig og for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet.

Som beskrevet i appendiks 4 har vi gennemført et stort antal forskellige lineære regressionsanalyser – baseret på Cobb-Douglas' produktionsfunktion - for at belyse mulige sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet. I hver analyse er der blevet justeret for en række kendte virksomhedsdeterminanter af produktivitet (virksomhedens anlægsaktiver/årsværk, antal ansatte, medarbejdernes uddannelsesniveau, medarbejdernes erfaring på arbejdsmarkedet, andel kvinder på virksomheden, virksomhedens alder, om virksomheden har eksport, om virksomheden har to eller flere filialer, hovedbranchegruppe). I stort set alle regressionsanalyser hænger virksomhedens produktivitet (værditilvækst/årsværk) positivt og signifikant sammen med virksomhedens anlægsaktiver/årsværk, antal ansatte, medarbejdernes uddannelsesniveau, medarbejdernes erfaring på arbejdsmarkedet, virksomhedens alder, samt om virksomheden har eksport.

Tilsvarende viser stort set alle regressionsanalyser, at virksomhedens produktivitet er negativt, statistisk signifikant korreleret med andel kvinder samt om virksomheden har to eller flere filialer. Disse resultater er generelt i overensstemmelse med resultaterne i tidligere analyser som Black & Lynch (2001), Foldspang et al. (2014) og Buhai et al. (2017). Det skal endvidere fremhæves, at størrelsen af disse sammenhænge er praktisk talt upåvirket af, hvilken arbejdsmiljøindikator, der indgår i regressionsanalysen. De samlede, detaljerede resultater af regressionsanalyserne er ikke vist i nærværende rapport, men for særligt interesserede læsere er udvalgte eksempler vist i appendiks 5.

Det kan på forhånd ikke udelukkes, at de ni arbejdsmiljøindikatorer er korreleret med en eller flere af de anvendte virksomhedsdeterminanter af produktivitet. For at få et indtryk af, i hvilket omfang virksomhedsdeterminanterne påvirker en eventuel sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet, har vi først gennemført "rå" regressionsanalyser af sammenhænge mellem de ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet uden andre forklarende variabler.

Følgende typer af regressionsanalyser er gennemført

Tværsnitsanalyser:

- Arbejdsmiljø i 2012 versus produktivitet i 2012 (benævnt TV 2012)
- Arbejdsmiljø i 2014 versus produktivitet i 2014 (benævnt TV 2014)
- Arbejdsmiljø i 2012 versus produktivitet 2013 (benævnt Am 12 P 13)
- Arbejdsmiljø i 2014 versus produktivitet 2015 (benævnt Am 14 P 15)
- Produktivitet i 2010 versus arbejdsmiljø i 2012 (benævnt P 10 Am 12)
- Produktivitet i 2012 versus arbejdsmiljø i 2014 (benævnt P 12 Am 14)
- To-trins system GMM

Forløbsanalyser:

- Analyse af kausalitet: Ændring i arbejdsmiljø 2012-2014 versus ændring i produktivitet 2013-2015
- Analyse af omvendt kausalitet: Ændring i produktivitet 2010-2012 versus ændring i arbejdsmiljø 2012-2014
- Analyse af kvasikausalitet: Ændring i arbejdsmiljø 2012-2014 versus ændring i produktivitet 2012-2014

4.3 Tværsnitsanalyser

Resultaterne af de rå tværsnitsanalyser uden andre forklarende variabler er summeret i tabel 4.3.1.0.

I de "rå" tværsnitsanalyser, er der især forskel for retfærdighed, som viser en stærkt negativ sammenhæng med produktivitet, når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samlet i regressionsmodellen, sammenlignet med, når retfærdighed analyseres alene. Omvendt er ledelse stærkere korreleret med produktivitet, når ledelse analyseres alene, end når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår i regressionsmodellen. Dette indikerer, at effekten af ledelse i en vis udstrækning kan medieres gennem de andre arbejdsmiljøindikatorer.

Det bemærkes, at alle arbejdsmiljøindikatorer – med undtagelse af rolleklarhed og kollegial støtte – viser statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet i de "rå" tværsnitsanalyser. Dette indikerer, at arbejdsmiljø og produktivitet er korreleret. Der kan dog være en række konkurrerende forklaringer, når hverken er korrigeret for virksomhedernes baggrundskarakteristika eller for uobserverbar heterogenitet i form af tidspersistente virksomheds- eller personkarakteristika.

Tabel 4.3.1.0.

”Rå” tværsnitsanalyser uden andre forklarende variabler for virksomheden

		Tv 2012	Tv 2014	Am12 P13	Am14 P15	P10 Am12	P12 Am14
Arbmil	Alene	0.047***	0.037***	0.062***	0.045***	0.053***	0.054***
	Samlet	0.054***	0.072***	0.081***	0.070***	0.058***	0.090***
Sikker	Alene	0.047***	0.030***	0.048***	0.039***	0.052***	0.043***
	Samlet	0.022	0.006	0.018	0.009	0.023*	0.015
Kvan	Alene	-0.032***	-0.025*	-0.029**	-0.029**	-0.033***	-0.022*
	Samlet	-0.017	-0.015	-0.013	-0.018	-0.020*	-0.012
Ledelse	Alene	0.029***	0.017	0.033***	0.029***	0.034***	0.025**
	Samlet	0.028*	0.014	0.033**	0.029*	0.028*	0.014
Rolle	Alene	-0.005	0.001	-0.002	-0.002	0.003	0
	Samlet	-0.018	0.003	-0.017	-0.012	-0.012	-0.011
Indf	Alene	0.025***	0.020*	0.029***	0.023**	0.035***	0.011
	Samlet	-0.004	0.004	0.001	-0.001	0.008	-0.014
Retf	Alene	-0.005	-0.030***	-0.014	-0.019*	-0.002	-0.016
	Samlet	-0.069***	-0.112***	-0.100***	-0.100***	-0.075***	-0.095***
Koll	Alene	0.003	-0.001	0.011	0.003	0.005	0.001
	Samlet	-0.003	0.009	0.005	0.008	-0.005	0.006
Fys-an	Alene	0.123***	0.122***	0.117***	0.125***	0.115***	0.113***
	Samlet	0.118***	0.122***	0.112***	0.123***	0.107***	0.112***

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet.

Resultaterne af tværsnitsanalyser, hvor de forklarende baggrundsvARIABLE for virksomhederne indgår i regressionsmodellen, er opsummeret i tabel 4.3.1.1.

Tabel 4.3.1.1.

Tværsnitsanalyser i den fulde regressionsmodel

		Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14	GMM
Arbmil	Alene	0.025**	0.019**	0.039***	0.025***	0.030***	0.032***	0.039***
	Samlet	0.033**	0.037***	0.058***	0.035***	0.033***	0.049***	0.075***
Sikker	Alene	0.014	0.011	0.015	0.020**	0.017**	0.024**	0.029***
	Samlet	-0.001	-0.003	-0.006	0.004	-0.002	0.01	0.006
Kvan	Alene	-0.014	-0.020**	-0.018*	-0.018*	-0.019**	-0.008	-0.022**
	Samlet	-0.020**	-0.018	-0.017*	-0.022**	-0.020**	-0.011	-0.016
Ledelse	Alene	0.01	0.019*	0.022**	0.019**	0.016*	0.021**	0.015
	Samlet	0.02	0.004	0.024*	0.014	0.013	0.007	0.007
Rolle	Alene	0.016*	0.003	0.005	0.014	0.011	0.01	-0.001
	Samlet	0.001	0.025*	0	0.014	0.004	0.007	-0.004
Indfl	Alene	0.017*	0.011	0.016**	0.016*	0.008	0.023***	0.027***
	Samlet	-0.004	0.007	0	0	0.009	-0.008	0.014
Retf	Alene	-0.012	0.002	-0.007	-0.004	-0.002	0.008	-0.01
	Samlet	-0.030**	-0.062***	-0.062***	-0.055***	-0.027*	-0.049***	-0.087***
Koll	Alene	0.006	-0.001	0.009	0.011	0.005	0.006	0.004
	Samlet	-0.008	0.006	0.004	0.008	-0.006	0.001	0.003
Fys-an	Alene	0.050***	0.045***	0.046***	0.050***	0.042***	0.041***	0.070***
	Samlet	0.045***	0.049***	0.046***	0.047***	0.037***	0.041***	0.066***
N ¹		2266	2266	2183	2183	2111	2111	2111

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet.

Som en slags følsomhedsanalyse har vi også gennemført en såkaldt to-trins system GMM, der tidligere er anvendt i Black & Lynch (2001) samt Buhai et al. (2017). En nærmere beskrivelse af denne metode findes i

appendiks 4. Her er det tilstrækkeligt at fremhæve, at metoden forsøger at tage højde for en potentiel vigtig fejlkilde (endogenitetsproblemer), men at metoden i nærværende projekt ikke formår at løse dette problem, da det ikke er muligt at lave en fuld GMM-analyse med de tilgængelige datasæt. I metoden indgår virksomhedens samlede gennemsnit for de to år (2012 og 2014) for hver arbejdsmiljøindikator i regressionen, og metoden har større lighed med tværnsnitsanalyser end med forløbsanalyser af kausalitet. Resultaterne i to-trins system GMM er generelt i god overensstemmelse med resultaterne fra tværnsnitsanalyserne, men de estimerede koefficienter er generelt lidt større i to-trins system GMM.

I både tabel 4.3.1.0. og tabel 4.3.1.1. viser de estimerede koefficienter for sammenhænge mellem hvert enkelt arbejdsmiljøindikator og produktivitet høj grad af overensstemmelse mellem de forskellige tværnsnitsanalyser, og sammenhængen synes at være upåvirket af, om tværnsnitsdata for arbejdsmiljø og produktivitet er forskudt i tid, dvs. om data for produktivitet stammer fra samme år, to år tidligere eller året efter. I overensstemmelse med den beskrivende statistik (Tabel 4.0.1.), der viser meget små ændringer i gennemsnit for arbejdsmiljøindikatorer og for produktivitet fra 2012 til 2014, tyder tværnsnitsanalyserne på, at tværnsnit er ganske stabile over tid, og at få års forskydning i, hvornår data om arbejdsmiljø henholdsvis produktivitet er indsamlet, ikke har nævneværdig betydning.

Sammenligning af tabel 4.3.1.0. med tabel 4.3.1.1. viser overordnet set, at inddragelse af baggrundsvARIABLE for virksomheder i den fulde regressionsmodel fører til en reduktion i størrelsen af sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet sammenlignet med de "rå" tværnsnitsanalyser. Dette kan skyldes, at en del af sammenhængen mellem arbejdsmiljø og produktivitet bliver medieret af virksomhedsdeterminanter af produktivitet. Det kan dog også være, at en virksomhedsvariable (fx kapital) påvirker både arbejdsmiljø og produktivitet, hvilket kan give anledning til sporadiske sammenhænge, hvis man ikke korrigerer for virksomhedsvariablen.

Tværnsnitsanalyserne i den fulde regressionsmodel viser for flere af arbejdsmiljøindikatorerne overordnet set en god overensstemmelse mellem de resultater, der opnås når arbejdsmiljøindikatorerne analyseres hver for sig, og de resultater, der opnås, når de analyseres samlet (Tabel 4.3.1.1.). I begge analyser er der statistisk signifikant og positiv sammenhæng mellem produktivitet og virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøindsatsen henholdsvis oplevelse af mindre fysisk anstrengende arbejde. Den positive sammenhæng betyder, at et bedre arbejdsmiljø hænger sammen med en højere produktivitet. Ligeledes er der i begge analyser en negativ sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet, således at øgede krav hænger sammen med højere produktivitet. I begge analyser viser hverken rolleklarhed eller kollegial støtte sammenhæng med produktivitet.

For fire af arbejdsmiljøindikatorerne har det væsentlig betydning, om de analyseres hver for sig eller samlet i den fulde regressionsmodel. Ledelseskvalitet, sikkerhedskultur og indflydelse viser statistisk signifikant, positiv sammenhæng med produktivitet, når de analyseres alene, men når alle arbejdsmiljøindikatorer analyseres samlet, forsvinder disse sammenhænge. Omvendt viser retfærdighed ingen sammenhæng med produktivitet, når retfærdighed analyseres alene, men når alle ni arbejdsmiljøindikatorer analyseres samlet, viser retfærdighed en statistisk signifikant, stærkt negativ sammenhæng med produktivitet.

Tværnsnitsanalyserne tyder således på, at nogle – men langt fra alle - arbejdsmiljøindikatorers sammenhæng med produktivitet påvirkes af, om alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samlet i regressionsmodellen. De tre arbejdsmiljøindikatorer – virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet - der i korrelationsanalysen viser ringe eller ingen indbyrdes korrelation (se appendiks 2), påvirkes mindst af, om alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samlet i den fulde regressionsmodel.

4.3 Forløbsanalyser

Igen har vi først gennemført de "rå" forløbsanalyser, hvor alle arbejdsmiljøindikatorer er analyseret uden andre forklarende virksomhedsvariabler, se tabel 4.3.2.0. Analyserne viser generelt god overensstemmelse mellem resultater for hver arbejdsmiljøindikator analyseret alene og resultater for alle ni arbejdsmiljøindikatorer analyseret samlet. Dog viser ledelseskvalitet kun statistisk signifikant kausalitet, når alle arbejdsmiljøindikatorer analyseres samlet.

Tabel 4.3.2.0.

"Rå" forløbsanalyser - Regressionsresultater uden andre variabler for virksomheden

		Kausalitet	Omvendt kausalitet	Kvasikausalitet
Arbmil	Alene	-0.006	0.015	-0.019**
	Samlet	-0.005	0.013	-0.022**
Sikker	Alene	-0.002	0.007	-0.009
	Samlet	-0.002	0.003	-0.006
Kvan	Alene	-0.009	-0.002	-0.020*
	Samlet	-0.009	-0.004	-0.020*
Ledelse	Alene	0.007	0.003	0.001
	Samlet	0.018*	-0.005	0.009
Rolle	Alene	-0.005	0.009	-0.006
	Samlet	-0.002	0.007	-0.003
Indf	Alene	-0.014*	0.004	0.004
	Samlet	-0.015*	-0.001	0.008
Retf	Alene	-0.006	0.005	-0.003
	Samlet	-0.005	-0.003	0.003
Koll	Alene	-0.005	0.012	-0.002
	Samlet	-0.003	0.009	0
Fys-an	Alene	0.021*	0.005	0.019
	Samlet	0.025**	0.003	0.024**

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet.

Resultaterne af forløbsanalyser i den fulde regressionsmodel er summeret i tabel 4.3.2.1.

Tabel 4.3.2.1.

Forløbsanalyser - Regressionsresultater i den fulde regressionsmodel

		Kausalitet	Omvendt kausalitet	Kvasikausalitet
Arbmil	Alene	-0.003	0.016*	-0.018**
	Samlet	0	0.014	-0.020*
Sikker	Alene	-0.003	0.007	-0.008
	Samlet	-0.004	0.002	-0.006
Kvan	Alene	-0.008	0.001	-0.021**
	Samlet	-0.007	-0.002	-0.022**
Ledelse	Alene	0.003	0.006	-0.001
	Samlet	0.012	-0.002	0.007
Rolle	Alene	-0.007	0.01	-0.007
	Samlet	-0.004	0.007	-0.004
Indfl	Alene	-0.014*	0.004	0.004
	Samlet	-0.015*	-0.002	0.01
Retf	Alene	-0.007	0.004	-0.002
	Samlet	-0.006	-0.006	0.006
Koll	Alene	-0.004	0.015*	-0.007
	Samlet	-0.001	0.013	-0.006
Fys-an	Alene	0.025**	0.004	0.018
	Samlet	0.029**	0.002	0.023*
R2		0.10	0.03	0.08
N		4.366	4.222	4.532

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet.

Der er meget høj grad af overensstemmelse mellem de "rå" forløbsanalyser og forløbsanalyser i den fulde regressionsmodel. Dog springer det i øjnene, at ledelseskvalitet viser positiv, statistisk signifikant kausalitet i den "rå" regressionsmodel men ikke i den fulde regressionsmodel.

Analyserne af kausalitet viser to statistisk signifikante sammenhænge: Ændring i indflydelse fra 2012 til 2014 viser en svag, negativ sammenhæng med ændring i produktivitet fra 2013 til 2015, og ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet fra 2012 til 2014 viser en stærkere positiv sammenhæng med ændring i produktivitet fra 2013 til 2015.

Endvidere tyder forløbsanalyserne på en statistisk signifikant omvendt kausalitet mellem ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 og ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet fra 2012 til 2014 henholdsvis ændring i kollegial støtte fra 2012 til 2014.

Analyserne af kvasikausalitet viser en statistisk signifikant negativ sammenhæng mellem ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og ændring i produktivitet, negativ sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring produktivitet, og positiv sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejde og ændring i produktivitet. I analyserne af kvasikausalitet anvendes den samme periode for ændringer i både arbejdsmiljø og produktivitet, og analyserne kan derfor ikke sige noget om retningen af sammenhængen, men analyser af kvasikausalitet kan ses som en slags robusthedsanalyse for de to andre kausalitetsanalyser, i forhold til om det er muligt at påvise statistiske sammenhænge mellem ændringer i arbejdsmiljø og ændringer i produktivitet. Findes der en signifikant sammenhæng i analyse af kvasikausalitet, men ikke i analyse af omvendt kausalitet, kan det indikere en kausal sammenhæng – selv hvis der ikke findes en signifikant effekt i analysen af kausalitet. Dette kan være tilfældet, hvis der er arbejdsmiljøindikatorer, som kun kortvarigt påvirker produktiviteten i samme år, men

ikke på længere sigt, dvs. i året efter, som i analyserne af kausalitet. Fx kan det være en mulig forklaring på, at kvantitative krav er signifikante i analysen af kvasikausalitet, men ikke i de to andre forløbsanalyser.

4.4 Sekundære forløbsanalyser – betydning af udgangsniveau af arbejdsmiljø i 2012

I regressionsanalyserne har vi som udgangspunkt antaget en lineær sammenhæng mellem arbejdsmiljø og logaritmen til produktiviteten, og vi har estimeret den gennemsnitlige sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Det er potentielt muligt, at en ændring af arbejdsmiljøet kan have forskellig effekt på produktiviteten, alt efter om arbejdsmiljøet fra starten har et lavt eller højt niveau. Dette afsnit summerer et stort antal forløbsanalyser af potentielle ikke-lineære sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Vi har gennemført separate forløbsanalyser for hver arbejdsmiljøindikator, idet virksomhederne er stratificeret i tre grupper ud fra skalaværdien af arbejdsmiljøindikatoren i 2012: Lav = den ca. 1/3 af virksomheder, som har de laveste skalaværdier i 2012; Høj = den ca. 1/3 af virksomheder, som har de højeste skalaværdier i 2012; Middel = den resterende ca. 1/3 af virksomheder. Samlet viser de sekundære forløbsanalyser en overordnet tendens til, at des højere det initiale niveau af arbejdsmiljø, des større er sandsynligheden for, at en stigning i kvaliteten af arbejdsmiljø er forbundet med et efterfølgende fald i produktivitet (negativ kausal sammenhæng). Omvendt er der tendens til, at den 1/3 virksomheder, som starter med et lavt udgangsniveau af kvaliteten af arbejdsmiljøet i 2012, kan få positiv effekt af arbejdsmiljøforbedringer på den efterfølgende produktivitet (positiv kausal sammenhæng).

Der kan potentielt være risiko for, at nogle virksomheder har så høj skalaværdi for arbejdsmiljø i 2012, at de i praksis kun kan få en lavere værdi i 2014 ('ceiling effect') og tilsvarende, at nogle virksomheder har en så lav skalaværdi i 2012, at de i praksis kun kan få en højere værdi i 2014 ('floor effect'). Vi har derfor – som en sekundær robusthedsanalyse – gennemført de stratificerede regressionsanalyser, hvor virksomheder med de laveste og højeste skalaværdier i 2012 er blevet ekskluderet (se appendiks 4). For ikke at ekskludere et meget højt antal virksomheder, er disse analyser kun blevet udført, når arbejdsmiljøindikatorerne bliver analyseres hver for sig i den samlede regressionsmodel. I de følgende tre tabeller (tabel 4.4.1.-4.4.3.) er resultater fra de sekundære robusthedsanalyser angivet med rødt skrift. De sekundære robusthedsanalyser tyder ikke på, at der har været problemer med 'floor' og 'ceiling' effekter.

Tabel 4.4.1.

Sekundære forløbsanalyser af kausalitet – arbejdsmiljø 2012-14 versus produktivitet 2013-2015

	Regressioner med alle indeks			Regressioner med enkelte indeks		
	<p33	P33-p66	>p66	<p33	P33-p66	>p66
Arbejdsmiljø- indeks	0.012	-0.008	-0.013	0.017	-0.021	-0.026*
	(0.015)	(0.019)	(0.016)	(0.013)	(0.016)	(0.015)
				0.017	-0.021	-0.032**
				(0.013)	(0.016)	(0.015)
Sikkerheds-indeks	0.016	-0.065**	-0.041**	0.015	-0.051**	-0.041***
	(0.010)	(0.027)	(0.016)	(0.009)	(0.026)	(0.014)
				0.007	0.034**	-0.036**
				(0.012)	(0.016)	(0.017)
Kvantitative krav indeks	0.026*	-0.029	-0.026*	0.026*	-0.026	-0.030**
	(0.014)	(0.019)	(0.015)	(0.014)	(0.018)	(0.015)
				0.026*	-0.026	-0.030**
				(0.014)	(0.018)	(0.015)
Ledelse indeks	0.028	0.007	0.001	0.025	-0.007	-0.015
	(0.018)	(0.020)	(0.016)	(0.016)	(0.016)	(0.012)
				0.01	-0.007	-0.021
				(0.016)	(0.016)	(0.013)
Rolle indeks	0.005	-0.027*	0.009	0.01	-0.030**	-0.01
	(0.014)	(0.016)	(0.013)	(0.012)	(0.014)	(0.012)
				0.01	-0.030**	-0.016
				(0.012)	(0.014)	(0.014)
Indflydelse indeks	-0.001	-0.059***	-0.022	0.001	-0.049**	-0.030**
	(0.012)	(0.020)	(0.015)	(0.011)	(0.022)	(0.015)
				0.001	-0.023	-0.046**
				(0.011)	(0.063)	(0.023)
Retfærdighed indeks	0.001	-0.004	-0.017	0.006	-0.005	-0.034**
	(0.015)	(0.017)	(0.018)	(0.012)	(0.015)	(0.016)
				0.001	-0.005	-0.001
				(0.013)	(0.015)	(0.021)
Kollega indeks	0.004	0	-0.016	0.008	-0.011	-0.027
	(0.010)	(0.022)	(0.018)	(0.009)	(0.021)	(0.018)
				0.009	0.092	-0.01
				(0.009)	(0.087)	(0.020)
Fysisk arbejde	0.030**	0.02	0.02	0.024*	0.02	0.004
	(0.013)	(0.021)	(0.055)	(0.013)	(0.021)	(0.055)
				0.024*	0.02	0.004
				(0.013)	(0.021)	(0.055)

Note: Regressionerne inkluderer de samme forklarende variable, som de andre regressioner i hovedanalysen.

Regressionerne er opdelt på percentiler for det arbejdsmiljøindeks, som estimeret vises for. Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

De røde tal viser resultater af sekundære robusthedsanalyser, hvor virksomheder med de laveste og højeste skalaværdier i 2012 er blevet ekskluderet.

Kilde: Danmarks Statistik

De sekundære analyser viser, at den negative kausale sammenhæng mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet (se tabel 4.3.2.1.) hidrører fra de ca. 2/3 af virksomhederne, der i 2012 har middel eller høj indflydelse. Den positive sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet synes derimod at hidrøre fra den ca. 1/3 af virksomhederne, hvor medarbejderne rapporterer det dårligste arbejdsmiljø mht. oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet i 2012.

Endvidere viser de sekundære analyser flere statistisk signifikante sammenhænge, der ikke ses i hovedanalyser på tværs af alle virksomheder (se tabel 4.3.2.1.). Uanset om sikkerhedskultur analyseres alene eller i den samlede regressionsmodel, ses en statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng mellem ændring i sikkerhedskultur fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2013 til 2015 blandt de 2/3 af virksomhederne, der har middel eller høj sikkerhedskultur i 2012. Ligeledes uanset om kvantitative krav analyseres alene eller i den samlede regressionsmodel, ses en statistisk signifikant positiv kausal sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet blandt den 1/3 af virksomhederne, der har lavest skalaværdi for kvantitative krav i 2012 (husk, at skalaen er vendt således at lave værdier svarer til høje krav).

Omvendt ses en statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet blandt den 1/3 af virksomhederne, der har højest skalaværdi for kvantitative krav i 2012. For rolleklarhed viser alene den 1/3 af virksomhederne, der har middel rolleklarhed i 2012 en statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng mellem ændring i rolleklarhed og ændring i produktivitet.

Tabel 4.4.2.

Forløbsanalyser af omvendt kausalitet - Produktivitet 2010-2012 versus arbejdsmiljø 2012-14

	Regressioner med alle indeks			Regressioner med enkelte indeks		
	<p33	P33-p66	>p66	<p33	P33-p66	>p66
Arbejdsmiljø-indeks	0.038**	0.003	-0.019	0.038***	0.008	-0.006
	(0.015)	(0.019)	(0.023)	(0.012)	(0.018)	(0.021)
				0.038***	0.008	-0.011
				(0.012)	(0.018)	(0.026)
Sikkerheds-indeks	0.008	0.087***	-0.025	0.011	0.077***	-0.014
	(0.009)	(0.030)	(0.017)	(0.009)	(0.028)	(0.018)
				0.028***	-0.026	0.014
				(0.010)	(0.018)	(0.024)
Tidspres indeks	-0.009	0.016	-0.001	-0.005	0.019	-0.003
	(0.015)	(0.030)	(0.013)	(0.013)	(0.031)	(0.013)
				-0.006	0.019	-0.003
				(0.013)	(0.031)	(0.013)
Ledelse indeks	-0.003	-0.033	0.015	0.01	-0.016	0.011
	(0.019)	(0.024)	(0.015)	(0.016)	(0.019)	(0.016)
				0.01	-0.016	0.005
				(0.016)	(0.019)	(0.017)
Rolle indeks	0.022*	0.009	-0.017	0.023*	0.004	-0.003
	(0.013)	(0.016)	(0.014)	(0.012)	(0.015)	(0.014)
				0.021*	0.005	0.012
				(0.012)	(0.015)	(0.017)
Indflydelse indeks	0.024**	-0.029	-0.039***	0.023**	-0.026	-0.023
	(0.011)	(0.023)	(0.015)	(0.011)	(0.021)	(0.016)
				0.022**	0.024	-0.032
				(0.011)	(0.048)	(0.022)
Retfærdighed indeks	-0.004	-0.006	-0.006	0.003	0.003	0.001
	(0.016)	(0.016)	(0.035)	(0.012)	(0.016)	(0.027)
				0.005	0.003	-0.021
				(0.013)	(0.016)	(0.039)
Kollega indeks	0.031**	0.009	-0.015	0.029***	0.019	-0.01
	(0.013)	(0.018)	(0.017)	(0.011)	(0.021)	(0.016)
				0.037***	-0.111	0.01
				(0.010)	(0.079)	(0.021)
Fysisk arbejde	0.005	0.001	-0.058	0.007	0	-0.04
	(0.013)	(0.025)	(0.056)	(0.012)	(0.026)	(0.058)
				0.007	0	-0.04
				(0.012)	(0.026)	(0.058)

Note: Regressionerne inkluderer de samme forklarende variable, som de andre regressioner i hovedanalysen.

Regressionerne er opdelt på percentiler for det arbejdsmiljøindeks, som estimeret vises for. Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

De røde tal viser resultater af sekundære robusthedsanalyser, hvor virksomheder med de laveste og højeste skalaværdier i 2012 er blevet ekskluderet.

Kilde: Danmarks Statistik

De sekundære forløbsanalyser viser, at den positive, omvendt kausale sammenhæng mellem ændring i produktivitet og ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet (se tabel 4.3.2.1.) hidrører fra den 1/3 af virksomheder, der har lav skalaværdi for prioritering af arbejdsmiljøet i 2012. Ligeledes viser de sekundære forløbsanalyser en positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i produktivitet og ændring i henholdsvis rolleklarhed, indflydelse og kollegial støtte for den 1/3 af virksomhederne, der har lav skalaværdi for arbejdsmiljøindikatoren i 2012. For disse fire arbejdsmiljøindikatorer er der således

tendens til, at virksomheder, som øger deres produktivitet fra 2010 til 2012, efterfølgende forbedrer deres arbejdsmiljø fra 2012 til 2014. Tabel 4.4.3. opsummerer de sekundære forløbsanalyser af kvasikausalitet.

Tabel 4.4.3.

Forløbsanalyser af kvasikausalitet - Arbejdsmiljø 2012-14 versus produktivitet 2012-14

	Regressioner med alle indeks			Regressioner med enkelte indeks		
	<p33	P33-p66	>p66	<p33	P33-p66	>p66
Arbejdsmiljø-indeks	-0.003	-0.02	-0.039**	-0.004	-0.023	-0.034*
	(0.016)	(0.020)	(0.017)	(0.013)	(0.016)	(0.018)
				-0.004	-0.023	-0.047**
				(0.013)	(0.016)	(0.020)
Sikkerheds-indeks	-0.001	-0.005	-0.013	-0.002	0.007	-0.021
	(0.012)	(0.030)	(0.015)	(0.011)	(0.023)	(0.015)
				-0.001	-0.001	-0.021
				(0.013)	(0.023)	(0.018)
Tidspres indeks	-0.002	-0.061**	-0.018	-0.003	-0.061**	-0.017
	(0.021)	(0.027)	(0.015)	(0.020)	(0.028)	(0.014)
				-0.003	-0.061**	-0.017
				(0.020)	(0.028)	(0.014)
Ledelse indeks	0.029*	0.022	-0.031	0.016	0.019	-0.036**
	(0.016)	(0.020)	(0.021)	(0.013)	(0.015)	(0.018)
				0.024	0.019	-0.046**
				(0.016)	(0.015)	(0.021)
Rolle indeks	-0.014	-0.002	0.008	-0.01	0	-0.01
	(0.015)	(0.018)	(0.016)	(0.014)	(0.016)	(0.013)
				-0.011	0.001	-0.025
				(0.014)	(0.016)	(0.017)
Indflydelse indeks	0.012	0.004	0.009	0.009	0.007	-0.007
	(0.012)	(0.016)	(0.018)	(0.011)	(0.015)	(0.018)
				0.009	-0.057	0.007
				(0.011)	(0.037)	(0.015)
Retfærdighed indeks	0.023	-0.004	-0.023	0.018	-0.013	-0.016
	(0.014)	(0.019)	(0.037)	(0.013)	(0.019)	(0.027)
				0.019	-0.013	-0.027
				(0.014)	(0.019)	(0.027)
Kollega indeks	-0.017	-0.017	0.02	-0.014	-0.016	0.008
	(0.012)	(0.017)	(0.017)	(0.012)	(0.021)	(0.016)
				0.037***	0.113	-0.01
				(0.010)	(0.083)	(0.020)
Fysisk arbejde	0.019*	0.031	-0.026	0.019*	0.029	-0.044
	(0.011)	(0.028)	(0.043)	(0.011)	(0.027)	(0.043)
				0.019*	0.029	-0.044
				(0.011)	(0.027)	(0.043)

Note: Regressionerne inkluderer de samme forklarende variable, som de andre regressioner i hovedanalysen.

Regressionerne er opdelt på percentiler for det arbejdsmiljøindeks, som estimeret vises for. Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

De røde tal viser resultater af sekundære robusthedsanalyser, hvor virksomheder med de laveste og højeste skalaværdier i 2012 er blevet ekskluderet.

Kilde: Danmarks Statistik

Sekundære forløbsanalyser viser negativ kvasikausal sammenhæng mellem ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og ændring i produktivitet for den 1/3 af virksomhederne, der har høj skalaværdi for prioritering af arbejdsmiljøet i 2012. Endvidere ses positiv kvasikausal sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og produktivitet for den 1/3 af virksomhederne, hvor

medarbejderne rapporterer det dårligste arbejdsmiljø mht. oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet i 2012. Når alle arbejdsmiljøindikatorer analyseret samlet ses positiv kvasikausal sammenhæng mellem ændring i ledelseskvalitet og ændring i produktivitet for den 1/3 af virksomhederne, der lav høj skalaværdi for ledelseskvalitet i 2012.

4.5 Sammenhænge mellem fire arbejdsmiljøfaktorer og produktivitet

For at komme omkring de eventuelle problemer, der kan opstå, når flertallet af arbejdsmiljøindikatorerne er indbyrdes stærkt korreleret, har vi gennemført en faktoranalyse hen over alle 33 spørgsmål, der indgår i de anvendte arbejdsmiljøindikatorer (se afsnit 3.2. og appendiks 3). De fire første (største) faktorer er konstrueret, så de ikke er indbyrdes korrelerede, og de fire faktorer kan således uden problemer indgå i en samlet regressionsmodel.

Resultaterne af tværsnitsanalyser af sammenhænge mellem de fire arbejdsmiljøfaktorer og produktivitet er præsenteret i tabel 4.5.1.

Tabel 4.5.1. Regressionsanalyser af tværsnit i den fulde regressionsmodel – Alle arbejdsmiljøfaktorer samlet

	TV 2012	TV 2014	AM 12 P 13	AM 14 P 15	P 10 AM 12	P 12 AM 14	GMM
Ledelsesfaktor	0.013 (0.011)	0.003 (0.011)	0.017 (0.011)	0.01 (0.009)	0.012 (0.011)	0.009 (0.009)	-0.008 (0.011)
Indflydelses- og relationsfaktor	0.003 (0.009)	0.012 (0.010)	0.009 (0.009)	0.009 (0.011)	0.015 (0.010)	0.004 (0.009)	0.01 (0.010)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.019* (0.010)	0.014 (0.009)	0.020** (0.009)	0.023** (0.009)	0.022** (0.009)	0.029*** (0.009)	0.045*** (0.010)
Tidspresfaktor	-0.020** (0.009)	-0.015 (0.012)	-0.022** (0.010)	-0.019* (0.010)	-0.018* (0.010)	-0.008 (0.011)	-0.022* (0.011)
R2	0.339	0.335	0.366	0.35	0.316	0.319	
N	2.266	2.266	2.183	2.183	2.111	2.111	

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

I lighed med tværsnitsanalyserne for de ni arbejdsmiljøindikatorer er der stor overensstemmelse mellem tværsnitsanalyserne for de fire arbejdsmiljøfaktorer, og tværsnitsanalyserne tyder på, at arbejdsmiljøfaktorerne er ganske stabile over tid, og at det ikke har nævneværdig betydning om data for produktivitet indsamles sammen år, to år tidligere eller året efter indsamling af data om de fire arbejdsmiljøfaktorer.

I tværsnitsanalyser er 'Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor' statistisk signifikant, positivt korreleret med produktivitet, og 'Tidspresfaktor' er statistisk signifikant og negativt korreleret med produktivitet. Analyserne viste ingen sammenhæng mellem hverken 'Ledelsesfaktor' eller 'Indflydelses- og relationsfaktor' og produktivitet.

Resultaterne af forløbsanalyser af sammenhænge mellem de fire arbejdsmiljøfaktorer og produktivitet er præsenteret i tabel 4.5.2.

Tabel 4.5.2.
Forløbsanalyser for alle arbejdsmiljøfaktorer samlet

	Kausalitet	Omvendt kausalitet	Kvasikausalitet
Ledelsesfaktor	0.003 (0.009)	0.007 (0.010)	-0.005 (0.009)
Indflydelses- og relationsfaktor	-0.011 (0.008)	0.012 (0.009)	-0.001 (0.008)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	-0.003 (0.008)	0.012 (0.008)	-0.011 (0.009)
Tidspresfaktor	-0.008 (0.009)	0.005 (0.010)	-0.023** (0.011)
R2	0.103	0.028	0.076
Antal observationer	4.366	4.222	4.532

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

I forløbsanalyserne på tværs af brancher viser ingen af de fire arbejdsmiljøfaktorer sammenhæng med produktivitet hverken i analyser af kausalitet eller omvendt kausalitet. I analyse af kvasikausalitet viser ændring i 'Tidspresfaktor' fra 2012 til 2014 statistisk signifikant, negativt sammenhæng med ændring i produktivitet fra 2012 til 2014. Dette kan indikere, at tidspresfaktor påvirker produktivitet på meget kort sigt, eller det kan være et resultat af omvendt kausalitet.

Generelt viser de fire arbejdsmiljøfaktorer mindre tydelig sammenhæng med produktivitet end de tre arbejdsmiljøindikatorer virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Anvendelse af de fire arbejdsmiljøfaktorer synes således ikke umiddelbart at tilføre væsentlig ny viden om sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af brancher.

4.6 Sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet i fire forskellige hovedbranchegrupper

I projektet har vi anvendt en opdeling på syv (ud af 10) hovedbranchegrupper. De tre brancher, der ikke er med, skyldes manglende data, herunder særligt at man ikke kan beregne værditilvækst og produktivitet for offentlige brancher. Denne opdeling på 10 hovedbranchegrupper er standard i Danmarks Statistik, og den anvendes bredt i økonomiske analyser både nationalt og internationalt.¹ I alle regressionsanalyser på tværs af brancher er en dummy for hovedbranchegruppe indgået som forklarende variable.

4.6.1 Beskrivende statistik for de fire største hovedbranchegrupper

Tabel 4.6.1. beskriver karakteristika ved de fire største hovedbranchegrupper. De tre små hovedbranchegrupper ('Information og kommunikation', 'Ejendomshandel og udlejning' og 'Kultur, fritid og anden service') omfatter så få virksomheder, at det ikke giver mening at gennemføre regressionsanalyser inden for hver af disse tre hovedbranchegrupper.

Der er distinkte forskelle mellem gennemsnittet for virksomheder i de fire største hovedbranchegrupper:

¹ Opdelingen betegnes DB07 10-gruppering og er beskrevet i dokumentationen 'Dansk Branchekode 2007'

Tabel 4.6.1. Karakteristika for de fire største hovedbranchegrupper								
Variabel	Industri, råstof og forsyning		Bygge og anlæg		Handel og transport mv.		Erhvervsservice	
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
Værditilvækst/årsværk (KKR)	873 (1221)	829 (789)	515 (176)	558 (206)	652 (596)	632 (521)	704 (928)	720 (942)
Anlægsaktiver/årsværk (KKR)	3067 (16.162)	2218 (8.531)	232 (578)	211 (440)	1124 (8.541)	1000 (8.027)	1370 (6.408)	2089 (10.762)
Antal årsværk	220 (708)	222 (763)	80 (233)	80 (217)	181 (889)	184 (893)	169 (462)	177 (453)
Andel faglærte	46 % (17 %)	46 % (17 %)	62 % (20 %)	62 % (20 %)	47 % (22 %)	47 % (22 %)	30 % (21 %)	30 % (22 %)
Andel kort/mellemlang uddannelse	17 % (13 %)	17 % (13 %)	10 % (13 %)	9 % (11 %)	13 % (16 %)	14 % (16 %)	26 % (20 %)	26 % (20 %)
Andel lang videregående uddannelse	5 % (9 %)	5 % (10 %)	0 % (1 %)	0 % (2 %)	4 % (7 %)	4 % (8 %)	20 % (20 %)	20 % (20 %)
Andel over 21 års erfaring	53 % (17 %)	55 % (17 %)	43 % (20 %)	46 % (20 %)	42 % (22 %)	45 % (23 %)	39 % (22 %)	41 % (23 %)
Andel 11-20 års erfaring	25 % (10 %)	23 % (10 %)	27 % (16 %)	25 % (13 %)	25 % (15 %)	23 % (14 %)	26 % (16 %)	25 % (14 %)
Andel 4-10 års erfaring	13 % (10 %)	13 % (10 %)	18 % (16 %)	14 % (12 %)	36 % (27 %)	13 % (11 %)	20 % (13 %)	18 % (13 %)
Andel kvinder	27 % (19 %)	26 % (18 %)	11 % (12 %)	10 % (12 %)	36 % (27 %)	36 % (27 %)	45 % (23 %)	45 % (23 %)
Arbejdsplads alder	27,2 (19,2)	29,4 (19,6)	16,8 (13,1)	18,8 (13,1)	23,6 (20,0)	25,6 (20,0)	16,6 (15,0)	18,6 (15,0)
Andel med eksport	84 % (37 %)	85 % (36 %)	18 % (39 %)	22 % (42 %)	61 % (49 %)	61 % (49 %)	45 % (50 %)	50 % (50 %)
Andel med 2 eller flere filialer	36 % (48 %)	38 % (49 %)	16 % (37 %)	18 % (38 %)	39 % (49 %)	39 % (49 %)	36 % (48 %)	38 % (49 %)
Arbejds miljøIndikator ¹								
Arbmil (1-5)	3,8 (0,6)	3,8 (0,6)	3,8 (0,7)	3,7 (0,7)	3,7 (0,7)	3,7 (0,7)	3,8 (0,7)	3,8 (0,6)
Sikker (1-5)	4,1 (0,6)	4,1 (0,6)	3,9 (0,7)	4,0 (0,7)	4,0 (0,6)	4,1 (0,6)	4,1 (0,6)	4,1 (0,6)
Kvan (1-5)	2,9 (0,6)	2,9 (0,6)	2,9 (0,7)	2,9 (0,7)	2,9 (0,6)	2,9 (0,6)	2,8 (0,6)	2,7 (0,6)
Ledelse (1-5)	3,3 (0,8)	3,3 (0,8)	3,4 (0,8)	3,4 (0,8)	3,4 (0,8)	3,4 (0,8)	3,5 (0,7)	3,5 (0,8)
Rolle (1-5)	3,9 (0,6)	3,8 (0,6)	3,8 (0,6)	3,8 (0,7)	3,8 (0,6)	3,9 (0,6)	3,9 (0,6)	3,9 (0,6)
Indfl (1-5)	4,2 (0,7)	4,2 (0,7)	4,3 (0,7)	4,3 (0,7)	4,3 (0,7)	4,3 (0,7)	4,3 (0,7)	4,3 (0,7)
Retf (1-5)	3,4 (0,8)	3,4 (0,8)	3,6 (0,8)	3,6 (0,9)	3,6 (0,8)	3,6 (0,8)	3,6 (0,8)	3,7 (0,8)
Koll (1-5)	4,2 (0,6)	4,2 (0,6)	4,3 (0,7)	4,3 (0,6)	4,2 (0,7)	4,2 (0,7)	4,2 (0,7)	4,2 (0,7)
Fys-an (0-10)	6,1 (2,8)	6,1 (2,8)	4,2 (2,7)	4,7 (2,9)	6,5 (2,8)	6,9 (2,7)	7,8 (2,5)	8,0 (2,5)
Antal virksomheder	651	651	232	232	823	823	337	337

¹ I alle skalaer repræsenterer de højeste værdier det bedste arbejdsmiljø. Standardafvigelsen er angivet i parentes.

Virksomheder i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' er i gennemsnit mere produktive (værditilvækst/årsværk), mere kapitalintensive (anlægsaktiver/årsværk) og større (antal årsværk) end

virksomheder i de andre hovedbranchegrupper. Virksomhederne i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' er i gennemsnit ældre, og en langt højere andel af virksomhederne har eksport. De ansatte i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' har også i gennemsnit væsentligt længere erhvervs erfaring end i de andre hovedbranchegrupper. Med hensyn til gennemsnittet for de ni arbejdsmiljøindikatorer afviger hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' ikke fra de andre hovedbranchegrupper.

Virksomheder i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' er i gennemsnit mindre produktive (værditilvækst/årsværk), mindre kapitalintensive (anlægsaktiver/årsværk) og mindre (antal årsværk) end virksomheder i de andre hovedbranchegrupper. Virksomhederne i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' har den største andel af faglærte ansatte og praktisk talt ingen med lang videregående uddannelse. Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' har den laveste andel af kvinder ansat, og den laveste andel af virksomheder med eksport. Med hensyn til gennemsnittet for de ni arbejdsmiljøindikatorer afviger hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' ved, at de ansatte i gennemsnit oplever arbejdet væsentligt mere fysisk anstrengende.

Virksomheder i hovedbranchegruppe 'Handel og transport mv' fremstår ganske gennemsnitlig, og hovedbranchegruppen har ingen karakteristika, der afviger væsentligt fra de andre.

Virksomheder i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' har langt den højeste andel af ansatte med lang videregående uddannelse, og langt den højeste andel kvinder ansat. De ansatte i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' oplever i gennemsnit arbejdet væsentligt mindre fysisk anstrengende.

I det følgende summeres de vigtigste resultater vedr. sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet for de fire største hovedbranchegrupper. Hver hovedbranchegruppe er analyseret separat, og de vigtigste resultater er blevet kondenseret i tabellerne i afsnit 4.6.2. og 4.6.3.

Tværsnitsanalyser

Som nævnt kan tværsnitsanalyser anvendes til at identificere mulige sammenhænge, men de kan ikke sige noget om karakteren af eventuelle sammenhænge (fx kausalitet) eller underliggende forklaringer.

Resultaterne fra tværsnitsanalyser for de ni arbejdsmiljøindikatorer er summeret i tabel 4.6.2.1. til 4.6.2.4., og resultater fra tværsnitsanalyser for de fire arbejdsmiljøfaktorer er summeret i tabel 4.6.2.5. til 4.6.2.8.

Tværsnitsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper viser generelt få statistisk signifikante sammenhænge, sikkert pga. lav statistisk styrke. Analyserne viser dog også enkelte markante forskelle mellem hovedbranchegrupperne.

Tabel 4.6.2.1.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer – Industri, råstof og indvinding

		Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Arbmil	Alene	0.031	0.02	0.040**	0.022	0.03	0.036**
	Samlet	0.051*	0.047*	0.088***	0.019	0.034	0.039
Sikker	Alene	-0.002	0.013	0	0.01	0.012	0.021
	Samlet	-0.01	-0.029	-0.033	-0.013	-0.008	-0.005
Kvan	Alene	-0.01	0.012	0.003	-0.017	-0.01	0.001
	Samlet	0.015	-0.012	0.005	-0.021	0.004	-0.013
Ledelse	Alene	0.024	0.017	0.017	0.021	0.02	0.019
	Samlet	0.02	0.041	0.036	0.014	0.013	0.002
Rolle	Alene	0.016	-0.001	0.002	0.013	0.013	0.017
	Samlet	-0.013	0.025	0.005	0.009	0.008	0.005
Indfl	Alene	0.014	-0.006	-0.012	0.015	0.015	0.026*
	Samlet	-0.017	0.012	-0.023	0.004	0.017	-0.001
Retf	Alene	-0.01	0.003	-0.026	0.019	0.024	0.001
	Samlet	-0.014	-0.077**	-0.077***	-0.001	-0.044	-0.001
Koll	Alene	0.008	-0.014	-0.006	0.01	0.005	0.02
	Samlet	-0.023	0.004	-0.002	-0.002	0.015	-0.009
Fys-an	Alene	0.024	0.028*	0.028	0.01	0.027	0.029
	Samlet	0.031	0.027	0.039*	0.007	0.026	0.024
N		651	651	630	630	618	618

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alle virksomhedsvariabler indgår i regressionsmodellen.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.2.2.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer – Bygge og anlæg

		Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Arbmil	Alene	0.003	0.028	0.026	0.001	-0.022	0.029
	Samlet	-0.021	0.003	0.028	-0.008	-0.003	0.027
Sikker	Alene	0.024	0.01	0.016	0.01	-0.036**	0.02
	Samlet	-0.015	-0.03	-0.025	0.008	-0.068***	-0.002
Kvan	Alene	-0.007	0.014	0.02	0.009	-0.005	0.036
	Samlet	-0.006	-0.025	0.003	0.009	-0.018	0.027
Ledelse	Alene	0.045*	0.034	0.021	0.015	-0.012	0.026
	Samlet	0.034	0.036	-0.002	0.037	-0.001	0.004
Rolle	Alene	0.048*	0.041*	0.043**	0.003	0.017	0.035
	Samlet	0.044	0.048	0.049	-0.006	0.052**	0.026
Indfl	Alene	0.035	0.031	0.027	0.002	-0.001	0.019
	Samlet	0.039	0.02	0.011	-0.006	0	0.002
Retf	Alene	0.028	0.013	0.021	-0.003	0.004	0.014
	Samlet	-0.005	0.013	-0.005	-0.008	0.041	-0.016
Koll	Alene	-0.007	-0.005	0.008	-0.031*	-0.031*	0.001
	Samlet	-0.025	-0.050**	-0.012	-0.041*	-0.042*	-0.019
Fys-an	Alene	0.028	-0.01	0.017	0.021	0.009	0.019
	Samlet	-0.026	0.005	0.007	0.018	0.01	0.005
N		232	232	224	224	213	213

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alle virksomhedsvariabler indgår i regressionsmodellen.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.2.3.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer – Handel og transport

		Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Arbmil	Alene	0.011	0.015	0.025	0.033**	0.011	0.025*
	Samlet	0.018	0.023	0.048**	0.040*	0.011	0.044**
Sikker	Alene	0.023*	-0.001	0.007	0.032**	0.005	0.021
	Samlet	-0.016	0.017	-0.009	0.009	-0.007	0.008
Kvan	Alene	-0.022	-0.028*	-0.034**	-0.022	-0.02	-0.016
	Samlet	-0.029**	-0.028	-0.035**	-0.031*	-0.02	-0.02
Ledelse	Alene	-0.005	0.007	0.006	0.017	0.016	0.007
	Samlet	0.017	-0.033	0.016	-0.002	0.036	-0.002
Rolle	Alene	0.01	-0.01	-0.017	0.019	-0.009	0.003
	Samlet	-0.014	0.019	-0.023	0.022	-0.02	0.003
Indfl	Alene	0.024*	0.015	0.016	0.023	0.018	0.01
	Samlet	0.008	0.018	0.011	0.004	0.015	0
Retf	Alene	-0.007	0	-0.012	-0.002	-0.002	-0.011
	Samlet	-0.026	-0.044**	-0.062***	-0.062***	-0.029	-0.060***
Koll	Alene	0.021	0.014	0.023	0.021	0.003	0.015
	Samlet	0.023	0.027*	0.039**	0.022	0.006	0.022
Fys-an	Alene	0.049***	0.053***	0.045***	0.073***	0.035***	0.050***
	Samlet	0.056***	0.048***	0.047***	0.073***	0.036***	0.051***
N		823	823	793	793	764	764

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alle virksomhedsvariabler indgår i regressionsmodellen.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.2.4.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer – Erhvervsservice

		Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Arbmil	Alene	0.019	-0.025	0.028	0.004	0.044*	0.017
	Samlet	0.042	0.012	0.058*	0.043	0.058	0.053
Sikker	Alene	-0.046	0.022	0.025	-0.011	0.036	-0.011
	Samlet	0.032	-0.047	0.034	-0.01	0.03	-0.02
Kvan	Alene	0.002	-0.022	-0.019	-0.011	-0.057*	-0.006
	Samlet	-0.015	0.001	-0.01	-0.007	-0.055*	-0.005
Ledelse	Alene	-0.024	-0.025	-0.021	-0.017	-0.003	-0.003
	Samlet	-0.042	0.004	-0.034	-0.01	-0.038	0.011
Rolle	Alene	-0.012	0.003	0	-0.022	0.019	-0.016
	Samlet	0.008	0.011	0.002	-0.021	0.016	-0.023
Indfl	Alene	-0.013	0.012	0.023	0.002	0.028	0.009
	Samlet	0	-0.011	0.014	0.001	0.001	0.007
Retf	Alene	-0.049	-0.016	-0.03	-0.04	0.015	-0.027
	Samlet	-0.033	-0.058	-0.059*	-0.066*	-0.01	-0.069*
Koll	Alene	0	-0.014	-0.018	0.013	-0.002	0.013
	Samlet	-0.017	0.017	-0.021	0.027	-0.027	0.02
Fys-an	Alene	0.076**	0.059**	0.055**	0.070***	0.065**	0.054**
	Samlet	0.058**	0.087**	0.053**	0.075***	0.054**	0.060**
N		337	337	318	318	294	294

Note: * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alle virksomhedsvariabler indgår i regressionsmodellen.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet viser på tværs af hovedbranchegrupperne en relativt stærk, positiv og statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet i tværsnitsundersøgelser. Sammenhængen er svagest i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg'.

Sammenhængen mellem virksomhedernes sikkerhedskultur og produktivitet viser så store variationer mellem analyserne i de fire hovedbranchegrupper, at det ikke er muligt at uddrage et overordnet mønster.

Kvantitative krav viser på tværs af hovedbranchegrupperne en negativ sammenhæng med produktivitet i tværsnitsundersøgelser. Denne sammenhæng er stærkest i hovedbranchegruppe 'Handel og transport'.

På tværs af alle brancher viser ledelseskvalitet kun en meget svag sammenhæng med produktivitet, men dette dækker over store forskelle mellem hovedbranchegrupperne. Hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' og hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser generelt en positiv sammenhæng mellem ledelseskvalitet og produktivitet i tværsnitsundersøgelserne, mens sammenhængen er negativ i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice'.

Rolleklarhed viser på tværs af hovedbranchegrupperne svag eller ingen sammenhæng med produktivitet i tværsnitsundersøgelserne. Undtagelsen er hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg', hvor rolleklarhed viser en klar, positiv og ofte statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet.

Tværsnitsanalyserne i de fire hovedbranchegrupper viser generelt svag eller ingen sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet. Det er ikke muligt at uddrage et overordnet mønster på tværs af hovedbranchegrupperne.

I tværsnitsanalyser viser især hovedbranchegruppe 'Handel og transport' og hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' negativ sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet.

På tværs af alle brancher viser kollegial støtte kun en meget svag sammenhæng med produktivitet i tværsnitsanalyser, men dette dækker over store forskelle mellem hovedbranchegrupperne. Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser en tydelig negativ sammenhæng mellem kollegial støtte og produktivitet, mens hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser en positiv sammenhæng. For de to andre hovedbranchegrupper er sammenhængen mindre og uklar.

De ansattes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet viser på tværs af hovedbranchegrupperne en relativ stærk, positiv og statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet i tværsnitsundersøgelserne. Denne sammenhæng er stærkest i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport'.

Tabel 4.6.2.5.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer samlet – Industri, råstof og indvinding

	Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Ledelsesfaktor	0.015 (0.021)	0.026 (0.020)	0.018 (0.020)	0.02 (0.018)	0.008 (0.021)	0.014 (0.018)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.01 (0.016)	0.013 (0.020)	-0.014 (0.016)	0.014 (0.021)	0.030* (0.018)	0.019 (0.019)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.018 (0.015)	-0.008 (0.020)	0.007 (0.017)	0.006 (0.017)	0.011 (0.015)	0.022 (0.019)
Tidspresfaktor	0.01 (0.017)	-0.015 (0.019)	-0.004 (0.017)	-0.019 (0.019)	0.002 (0.018)	-0.012 (0.020)
N	651	651	630	630	618	618

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.2.6.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer samlet – Bygge og anlæg

	Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Ledelsesfaktor	0.039*	0.046**	0.022	0.013	0.008	0.01
	(0.023)	(0.022)	(0.019)	(0.022)	(0.022)	(0.030)
Indflydelse- og relationsfaktor	0.026	0.026	0.025	-0.027	-0.001	0.021
	(0.025)	(0.031)	(0.021)	(0.021)	(0.023)	(0.031)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	-0.011	0.006	0.005	0.014	-0.037**	0.014
	(0.018)	(0.024)	(0.014)	(0.021)	(0.018)	(0.022)
Tidspresfaktor	0.011	-0.01	0.019	0.008	-0.005	0.041
	(0.024)	(0.023)	(0.020)	(0.020)	(0.022)	(0.027)
N	232	232	224	224	213	213

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.2.7.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer samlet – Handel og transport

	Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Ledelsesfaktor	-0.002	-0.022	-0.004	0.001	0.008	-0.007
	(0.014)	(0.014)	(0.017)	(0.014)	(0.015)	(0.014)
Indflydelse- og relationsfaktor	0.02	0.027*	0.022	0.022	0.008	0.013
	(0.015)	(0.016)	(0.014)	(0.018)	(0.014)	(0.015)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.004	0.029**	0.013	0.038**	0.008	0.030**
	(0.016)	(0.014)	(0.015)	(0.015)	(0.013)	(0.015)
Tidspresfaktor	-0.032**	-0.026	-0.042**	-0.026	-0.023	-0.02
	(0.016)	(0.018)	(0.018)	(0.019)	(0.017)	(0.018)
N	823	823	793	793	764	764

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.2.8.

Tværsnitsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer samlet – Erhvervsservice

	Tv 2012	Tv 2014	Am 12 P 13	Am 14 P 15	P 10 Am 12	P 12 Am 14
Ledelsesfaktor	-0.037	-0.021	-0.033	-0.025	-0.022	-0.004
	(0.031)	(0.040)	(0.031)	(0.026)	(0.034)	(0.024)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.002	-0.007	-0.002	-0.003	0.02	-0.005
	(0.025)	(0.027)	(0.026)	(0.021)	(0.031)	(0.021)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.043	-0.038	0.046*	0.005	0.056*	0
	(0.029)	(0.028)	(0.026)	(0.027)	(0.033)	(0.024)
Tidspresfaktor	-0.015	0.004	-0.015	-0.008	-0.043	-0.006
	(0.023)	(0.039)	(0.024)	(0.025)	(0.034)	(0.024)
N	337	337	318	318	294	294

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tværsnitsanalyser af de fire arbejdsmiljøfaktorer i den samlede regressionsmodel viser tydelige forskelle mellem hovedbranchegrupperne. I hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' viser ingen af de fire arbejdsmiljøfaktorer statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser 'Ledelsesfaktor' positiv (og i to tilfælde statistisk signifikant) sammenhæng med

produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser 'Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor' og (i mindre grad) 'Indflydelse- og relationsfaktor' positiv sammenhæng med produktivitet, mens 'Tidspresfaktor' er negativt associeret med produktivitet.

Forløbsanalyser

Resultaterne fra forløbsanalyser for de ni arbejdsmiljøindikatorer er summeret i tabel 4.6.3.1. til 4.6.3.4.

Tabel 4.6.3.1.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer - Industri, råstof og forsyning

	Kausalitet Alene	Kausalitet Samlet	Omvendt Alene	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Alene	Kvasikausalitet Samlet
Arbmil	-0.003	-0.009	0.002	0.003	-0.01	-0.005
	(0.015)	(0.019)	(0.017)	(0.021)	(0.015)	(0.018)
Sikker	0.009	0.006	0.006	0.009	-0.018	-0.019
	(0.014)	(0.017)	(0.016)	(0.019)	(0.020)	(0.023)
Kvan	0.004	0.006	-0.004	-0.006	-0.006	-0.008
	(0.017)	(0.018)	(0.016)	(0.018)	(0.017)	(0.018)
Ledelse	0.014	0.019	-0.008	-0.014	0.002	0.019
	(0.016)	(0.020)	(0.017)	(0.021)	(0.015)	(0.023)
Rolle	0.008	0.011	0.012	0.018	-0.01	-0.008
	(0.014)	(0.015)	(0.014)	(0.015)	(0.012)	(0.016)
Indfl	-0.023	-0.029*	0.004	0.004	-0.006	-0.003
	(0.016)	(0.018)	(0.016)	(0.016)	(0.013)	(0.015)
Retf	-0.001	-0.004	-0.018	-0.031	-0.002	0.009
	(0.016)	(0.021)	(0.018)	(0.021)	(0.019)	(0.023)
Koll	0.002	0.005	0.018	0.022	-0.024	-0.026
	(0.016)	(0.019)	(0.015)	(0.018)	(0.021)	(0.022)
Fys-an	-0.022	-0.02	-0.004	-0.005	0.041*	0.048*
	(0.023)	(0.023)	(0.028)	(0.027)	(0.023)	(0.026)
R2	0.156	0.165	0.061	0.07	0.111	0.122
N	1260	1260	1236	1236	1302	1302

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.3.2.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer - Bygge og anlæg

	Kausalitet Alene	Kausalitet Samlet	Omvendt Alene	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Alene	Kvasikausalitet Samlet
Arbmil	0.002	-0.005	0.026	0.016	-0.041*	-0.059**
	(0.019)	(0.020)	(0.027)	(0.027)	(0.025)	(0.027)
Sikker	0.021	0.02	0.004	0.001	0.021	0.028
	(0.020)	(0.021)	(0.031)	(0.029)	(0.026)	(0.026)
Kvan	-0.050**	-0.050**	0.075*	0.071	-0.057	-0.056
	(0.020)	(0.020)	(0.045)	(0.044)	(0.040)	(0.038)
Ledelse	0.014	0.029*	-0.013	-0.021	0.004	0.017
	(0.017)	(0.017)	(0.026)	(0.028)	(0.023)	(0.025)
Rolle	-0.014	-0.017	-0.007	-0.015	-0.017	-0.022
	(0.015)	(0.014)	(0.023)	(0.023)	(0.019)	(0.019)
Indfl	-0.012	-0.02	0.006	0.002	0.003	0.01
	(0.021)	(0.019)	(0.030)	(0.029)	(0.024)	(0.023)
Retf	-0.001	0.013	0.012	-0.008	0.021	0.048*
	(0.021)	(0.019)	(0.030)	(0.032)	(0.025)	(0.026)
Koll	-0.02	-0.022	0.033	0.037	-0.021	-0.03
	(0.016)	(0.015)	(0.025)	(0.025)	(0.023)	(0.022)
Fys-an	0.065***	0.072***	0.048	0.038	0.037	0.048*
	(0.023)	(0.022)	(0.031)	(0.029)	(0.029)	(0.029)
R2	0.139	0.208	0.202	0.227	0.266	0.295
N	448	448	426	426	464	464

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.3.3.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer - Handel og transport

	Kausalitet Alene	Kausalitet Samlet	Omvendt Alene	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Alene	Kvasikausalitet Samlet
Arbmil	-0.018	-0.008	0.027**	0.028*	-0.02	-0.026*
	(0.013)	(0.014)	(0.011)	(0.015)	(0.015)	(0.016)
Sikker	-0.023	-0.023	0.014	0.01	-0.016	-0.017
	(0.015)	(0.015)	(0.010)	(0.011)	(0.012)	(0.012)
Kvan	-0.009	-0.012	-0.002	-0.001	-0.019	-0.02
	(0.013)	(0.013)	(0.013)	(0.014)	(0.015)	(0.016)
Ledelse	-0.008	0.008	0.014	0.012	0.001	0.003
	(0.017)	(0.019)	(0.013)	(0.016)	(0.013)	(0.015)
Rolle	-0.005	0.003	-0.002	-0.008	-0.001	-0.003
	(0.011)	(0.013)	(0.010)	(0.012)	(0.013)	(0.015)
Indfl	-0.014	-0.012	-0.009	-0.014	0.022**	0.024**
	(0.012)	(0.013)	(0.010)	(0.011)	(0.009)	(0.010)
Retf	-0.019	-0.016	-0.002	-0.012	0.012	0.018
	(0.013)	(0.015)	(0.010)	(0.012)	(0.013)	(0.014)
Koll	-0.001	0.007	0.003	0.004	0.006	0.003
	(0.013)	(0.013)	(0.011)	(0.011)	(0.009)	(0.010)
Fys-an	0.060***	0.069***	-0.016	-0.016	0.014	0.017
	(0.019)	(0.020)	(0.016)	(0.016)	(0.017)	(0.017)
R2	0.144	0.163	0.056	0.062	0.106	0.118
N	1586	1586	1528	1528	1646	1646

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Tabel 4.6.3.4.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøindikatorer - Erhvervsservice

	Kausalitet Alene	Kausalitet Samlet	Omvendt Alene	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Alene	Kvasikausalitet Samlet
Arbmil	0.001	0.02	0.028	-0.001	-0.015	-0.002
	(0.021)	(0.022)	(0.034)	(0.038)	(0.024)	(0.029)
Sikker	0.016	0.019	0.005	-0.003	-0.014	-0.013
	(0.012)	(0.012)	(0.021)	(0.021)	(0.017)	(0.015)
Kvan	-0.02	-0.007	-0.038*	-0.062**	-0.019	-0.002
	(0.024)	(0.023)	(0.022)	(0.026)	(0.031)	(0.033)
Ledelse	-0.033	-0.033	0.038*	0.02	-0.005	0.008
	(0.021)	(0.023)	(0.022)	(0.024)	(0.030)	(0.031)
Rolle	-0.030*	-0.017	0.036*	0.038*	-0.031	-0.028
	(0.017)	(0.018)	(0.020)	(0.022)	(0.023)	(0.023)
Indfl	-0.02	-0.011	0.024	0.006	-0.039	-0.034
	(0.018)	(0.018)	(0.019)	(0.021)	(0.031)	(0.033)
Retf	-0.009	0.009	0.032	0.009	0.008	0.023
	(0.019)	(0.019)	(0.029)	(0.030)	(0.022)	(0.020)
Koll	-0.034*	-0.029	0.046*	0.036	-0.012	-0.006
	(0.018)	(0.019)	(0.026)	(0.036)	(0.020)	(0.019)
Fys-an	-0.002	0	0.01	0.005	-0.022	-0.013
	(0.026)	(0.024)	(0.030)	(0.030)	(0.032)	(0.028)
R2	0.126	0.159	0.047	0.076	0.069	0.082
N	636	636	588	588	674	674

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Alene = Hver arbejdsmiljøindikator er analyseret for sig og med forklarende virksomhedsvariabler.

Samlet = Alle ni arbejdsmiljøindikatorer er analyseret samlet og med forklarende virksomhedsvariabler.

Forløbsanalyser for de ni arbejdsmiljøindikatorer inden for hver af de fire hovedbranchegrupper viser nogle markante forskelle, der nuancerer de sammenhænge, som findes i hovedanalyserne på tværs af alle brancher.

Hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' viser praktisk talt ingen statistisk signifikante sammenhænge i forløbsundersøgelserne. Dog synes hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' at bidrage til den negative kausale sammenhæng mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet.

På tværs af alle brancher ses en positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og ændring i produktivitet. Denne sammenhæng synes helt overvejende, at bæres af hovedbranchegruppe 'Handel og transport'.

Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser både negativ kausal sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet, og positiv omvendt kausalitet mellem ændring i produktivitet og ændring i kvantitative krav. Negativ omvendt kausalitet mellem ændring i produktivitet og ændring i kvantitative krav ses i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice'.

I den samlede regressionsmodel ses i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' positiv kausal sammenhæng mellem ændring i ledelseskvalitet og ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' ses tegn på positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i produktivitet og ændring i ledelseskvalitet.

Den stærke positive kausale sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet, der ses på tværs af alle brancher, synes i høj grad at bæres af hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport'. Endvidere bidrager hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' til den positive kvasikausale sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse og ændring i produktivitet.

Hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' afviger fra de andre tre hovedbranchegrupper ved at vise sammenhænge, der ikke ses på tværs af alle brancher. Ændring i rolleklarhed viser statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet og statistisk signifikant positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Tilsvarende viser ændring i kollegial støtte negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

Resultaterne for forløbsanalyser for de fire arbejdsmiljøfaktorer er summeret i tabel 4.6.3.5. til 4.6.3.8.

Tabel 4.6.3.5.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer - Industri, råstof og forsyning

	Kausalitet Samlet	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Samlet
Ledelsesfaktor	0.018 (0.016)	-0.012 (0.016)	0.002 (0.015)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.013 (0.017)	0.018 (0.016)	-0.016 (0.015)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0 (0.014)	0.009 (0.016)	-0.014 (0.020)
Tidspresfaktor	0.006 (0.017)	-0.006 (0.018)	-0.003 (0.018)
Konstant	7.164*** (0.513)	5.812*** (0.487)	6.441*** (0.578)
R2	0.16	0.065	0.113
N	1.260	1.236	1.302

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.3.6.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer - Bygge og anlæg

	Kausalitet Samlet	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Samlet
Ledelsesfaktor	0.014 (0.017)	-0.009 (0.029)	0 (0.025)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.024 (0.023)	0.013 (0.034)	-0.018 (0.027)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.025 (0.019)	0.013 (0.030)	0.013 (0.023)
Tidspresfaktor	-0.051** (0.022)	0.075* (0.041)	-0.059 (0.036)
R2	0.178	0.216	0.27
N	448	426	464

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.3.7.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer - Handel og transport

	Kausalitet Samlet	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Samlet
Ledelsesfaktor	-0.01	0.017	-0.005
	(0.017)	(0.013)	(0.014)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.009	-0.006	0.019*
	(0.012)	(0.012)	(0.011)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	-0.023*	0.019*	-0.02
	(0.014)	(0.010)	(0.012)
Tidspresfaktor	-0.01	0.001	-0.022
	(0.013)	(0.014)	(0.015)
R2	0.147	0.057	0.113
N	1.586	1.528	1.646

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Tabel 4.6.3.8.

Sammendrag af forløbsanalyser for arbejdsmiljøfaktorer - Erhvervsservice

	Kausalitet Samlet	Omvendt Samlet	Kvasikausalitet Samlet
Ledelsesfaktor	-0.037*	0.039	-0.006
	(0.022)	(0.026)	(0.030)
Indflydelse- og relationsfaktor	-0.034*	0.050**	-0.028
	(0.019)	(0.022)	(0.027)
Sikkerhed- og forebyggelseskulturfaktor	0.013	0.018	-0.02
	(0.015)	(0.029)	(0.021)
Tidspresfaktor	-0.004	-0.024	-0.02
	(0.023)	(0.025)	(0.032)
R2	0.156	0.06	0.075
N	636	588	674

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser ændring i 'Tidspresfaktor' statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng og statistisk signifikant positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

I hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser ændring i 'Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor' statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng og statistisk signifikant positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

I hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' viser ændring i 'Indflydelse- og relationsfaktor' statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng og statistisk signifikant positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Endvidere viser ændring i 'Ledelsesfaktor' statistisk signifikant negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

5 DISKUSSION

5.1. Sammenhæng mellem ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet

Virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet

Samlet peger et konsistent billede i tværsnitsanalyser og forløbsanalyser på, at der er statistisk signifikant sammenhæng mellem virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og produktivitet.

EU-OSHA advokerer for en positiv sammenhæng mellem prioritering af arbejdsmiljøet og produktivitet og vækst (<https://osha.europa.eu/en/themes/good-osh-is-good-for-business>). En undersøgelse fra 2012 konkluderer, at investering i forebyggelse på arbejdsmiljøområdet kan betale sig, og at virksomheder i gennemsnit kan forvente at få deres investering tilbage 2,2 gange (Bräunig & Kohtall 2012). Endvidere viste en undersøgelse blandt topledere i danske virksomheder, at 92 % mener, at et godt arbejdsmiljø er afgørende for, at virksomheden når dens økonomiske mål. Ca. 1/3 angiver, at den vigtigste grund til at sikre et godt arbejdsmiljø er, at det giver positive resultater på bundlinjen (Industriens Branchearbejdsmiljøråd 2012). I modsætning hertil kunne Buhai, Cottini og Westergaard-Nielsen ikke påvise sammenhæng mellem virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og produktivitet (Buhai et al. 2017).

I nærværende projekt antyder tværsnitsanalyserne, at det er muligt at påvise sammenhæng mellem virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og produktivitet. På tværs af alle brancher er sammenhængen generelt positiv og statistisk signifikant. Tværsnitsanalyser inden for hver af de fire hovedbranchegrupper viser den stærkeste sammenhæng i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' og hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice'. Tværsnitsanalyserne indikerer således, at der er en robust, selvstændig sammenhæng mellem virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og produktivitet, men analyserne siger ikke noget om karakteren af (den underliggende forklaring på) eller retningen af denne sammenhæng.

Forløbsanalyse af kausalitet på tværs af alle brancher viste ingen association mellem ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2013-2015, og forløbsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper viser heller ikke kausal sammenhæng. En mulig forklaring på denne uoverensstemmelse med tidligere undersøgelser kan være, at der måske kræves længere tid for, at arbejdsmiljøforbedringer kan få positiv effekt på produktivitet, og at nærværende projekts opfølgningstid (1 år) har været for kort.

Forløbsanalyse af omvendt kausalitet på tværs af alle brancher viser derimod positiv sammenhæng mellem ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 og ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet i 2012 til 2014. Den positive omvendt kausale sammenhæng skyldes især hovedbranchegruppe 'Handel og transport' og hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg'. Sekundære forløbsanalyser viser, at den positive omvendt kausale sammenhæng er knyttet til de virksomheder, der som udgangspunkt scorer lavt på prioritering af arbejdsmiljøet i 2012. Resultatet indikerer, at virksomheder, der har vækst i produktivitet (fra 2010 til 2012), har tendens til i højere grad at prioritere arbejdsmiljøet i de efterfølgende år.

På tværs af alle brancher ses en negativ kvasikausal sammenhæng mellem ændring i virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2012 til 2014. Dette resultat indikerer, at øget prioritering af arbejdsmiljøet på den helt korte bane kan være associeret med faldende produktivitet. Analyser af kvasikausalitet inden for hver af de fire hovedbranchegrupper viser, at den negative sammenhæng især bæres af hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og i mindre udtalt grad af hovedbranchegruppe 'Handel og transport'. Sekundære forløbsanalyser på tværs af alle brancher viser, at den negative kvasikausale sammenhæng helt overvejende er knyttet til de virksomheder, der som udgangspunkt scorer højt på prioritering af arbejdsmiljøet i 2012. Dette resultat kan indikere, at ved et højt udgangsniveau kan det være forbundet med store omkostninger at prioritere arbejdsmiljøet yderligere, og i denne situation kan arbejdsmiljøforbedringer være forbundet med - måske midlertidig - lavere produktivitet.

Sikkerhedskultur

Samlet viser analyserne et inkonsistent billede, og der synes ikke at være sammenhæng mellem sikkerhedskultur og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer.

I tværnsnitsanalyser på tværs af alle brancher er virksomhedens sikkerhedskultur generelt positivt og statistisk signifikant associeret med produktivitet, når sikkerhedskultur indgår alene i regressionsmodellen. Denne sammenhæng forsvinder dog, når sikkerhedskultur indgår sammen med de andre arbejdsmiljøindikatorer i den fulde regressionsmodel, hvilket kan skyldes, at sikkerhedskultur er højt korreleret med de andre arbejdsmiljøindikatorer. Tværnsnitsanalyser i de fire hovedbranchegrupper tegner ligeledes et inkonsistent billede. Resultatet indikerer, at der måske ikke er en selvstændig sammenhæng mellem sikkerhedskultur og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer. Indikatoren for sikkerhedskultur er således måske udtryk for nogle af de samme aspekter af arbejdsmiljøet, som de andre arbejdsmiljøindikatorer.

På tværs af alle brancher viste hverken forløbsanalyser af kausalitet, omvendt kausalitet eller kvasikausalitet sammenhæng mellem ændring i sikkerhedskultur og ændring i produktivitet. Dette er i overensstemmelse med forløbsanalyser af kausalitet, omvendt kausalitet og kvasikausalitet i de fire hovedbranchegrupper.

En tidligere undersøgelse har fremhævet sammenhæng mellem sikkerhedskultur og økonomisk gevinst for virksomhederne (Hinze 2000), men det har vi altså ikke kunnet eftervise i nærværende projekt. En simpel og nærliggende forklaring herpå kan være, at ændringer fra 2012 til 2014 i virksomhedernes sikkerhedskultur er meget små (se figur 4.0.1.), og at det derfor ikke har været muligt at vise en kausal sammenhæng.

Kvantitative krav

Samlet peger et konsistent billede i tværnsnitsanalyser på, at der er statistisk signifikant sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet. Forløbsanalyserne tegner et mere usikkert billede, og det er uklart, om der er kausale sammenhænge mellem kvantitative krav og produktivitet.

Kvantitative krav er en grundpille i Karaseks krav-kontrol model, og flere undersøgelser har tidligere vist en negativ sammenhæng mellem høj job strain (høje krav kombineret med lav kontrol) og produktivitet (Karasek & Theorell 1990). Det er også vist en sammenhæng mellem kvantitative krav og langvarigt sygefravær (Clausen et al. 2014), der ofte nævnes som et (indirekte) udtryk for tabt produktivitet. Som

udgangspunkt er der altså grund til at forvente en sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet. Ændring i kvantitative krav fra 2012 til 2014 viser en fordeling med to toppunkter (en negativ og en positiv fordeling), og hvor kun en mindre andel af virksomhederne ikke viser en ændring (se figur 4.0.1.). Som udgangspunkt er det altså rimeligt at forvente, at ændringer har været tilstrækkeligt store til, at det vil være muligt at påvise en sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet, hvis en sammenhæng findes.

I alle tværsnitsanalyser er kvantitative krav på tværs af alle brancher negativt og som oftest statistisk signifikant associeret med produktivitet. Tværsnitsanalyser inden for hver af de fire hovedbranchegrupper tyder på, at den negative sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet især skyldes hovedbranchegruppe 'Handel og transport'. Tværsnitsanalyserne indikerer således, at der er en ganske robust, selvstændig sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet, men det skal fremhæves, at selv om sammenhængen er negativ, siger analyserne ikke noget om karakteren af (den underliggende forklaring på) eller retningen af denne sammenhæng.

Forløbsanalyse af kausalitet på tværs af alle brancher viste ingen association mellem ændring i kvantitative krav fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2013-2015. Derimod viser forløbsanalyse af kausalitet i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' en negativ, statistisk signifikant sammenhæng. I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' er der således tendens til, at medarbejdernes oplevelse af øgede kvantitative krav er associeret med efterfølgende øget produktivitet. I de tre andre hovedbranchegrupper er der ikke tegn på kausal sammenhæng mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet. Sekundære forløbsanalyser viser positiv kausal sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet i de virksomheder, der som udgangspunkt i 2012 har det dårligste arbejdsmiljø mht. kvantitative krav. Endvidere viser de sekundære forløbsanalyser en negativ kausal sammenhæng for de virksomheder, der som udgangspunkt i 2012 har det bedste arbejdsmiljø mht. kvantitative krav. De sekundære forløbsanalyser antyder således, at den kausale sammenhæng mellem kvantitative krav og produktivitet er afhængig af virksomhedens udgangspunkt. Hvis arbejdsmiljøet mht. kvantitative krav som udgangspunkt er dårligt, hænger en forbedring af arbejdsmiljøet positivt sammen med en forbedring af produktiviteten. Hvis arbejdsmiljøet derimod som udgangspunkt er godt, hænger en yderligere forbedring sammen med faldende produktivitet.

Forløbsanalyse af omvendt kausalitet på tværs af alle brancher viser ingen association mellem ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 og ændring i kvantitative krav fra 2012 til 2014. Forløbsanalyse af omvendt kausalitet i de fire hovedbranchegrupper viser derimod markante forskelle. Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser en positiv omvendt kausalitet, hvor øget produktivitet fra 2010 til 2012 er associeret med efterfølgende forbedring af arbejdsmiljøet (fald i kvantitative krav) fra 2012 til 2014. En negativ, statistisk signifikant omvendt kausalitet ses i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice', hvor øget produktivitet fra 2010 til 2012 er associeret med efterfølgende forværring af arbejdsmiljøet (stigning i kvantitative krav) fra 2012 til 2014. I de to andre hovedbranchegrupper ses ingen omvendt kausalitet mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet. Det kan således konkluderes, at kvantitative krav især hænger sammen med produktivitet i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg', hvor der både er kausalitet og omvendt kausalitet mellem ændring i kvantitative krav og ændring i produktivitet.

Endelig viser forløbsanalyse af kvasikausalitet på tværs af alle brancher, at ændring i kvantitative krav fra 2012 til 2014 er statistisk signifikant og negativt associeret med ændring i produktivitet fra 2012 til 2014. Eftersom denne skala er blevet vendt, således at høje scorer svarer til lave kvantitative krav, indikerer dette resultat, at øgede kvantitative krav er kortvarigt associeret med stigende produktivitet.

Det skal fremhæves, at de kvantitative krav i studiepopulation i gennemsnit er moderate, og mindre ændringer i retning af, at medarbejdernes oplever lidt mere tidspres, behøver ikke at være skadelige, hvis medarbejderne samtidigt oplever, at de har kontrol.

Ledelseskvalitet

Samlet tyder analyserne på, at der ikke er en selvstændig kausal sammenhæng mellem ledelseskvalitet og produktivitet. Endvidere tyder analyserne på, at betydning af ledelseskvalitet kommer til udtryk gennem de andre arbejdsmiljøindikatorer og gennem de virksomhedskarakteristika, der indgår i analyserne.

Det er ofte en grundlæggende antagelse, at ledelse hænger sammen med produktivitet, se fx Produktivitetskommissionen 27. november 2012: "Effektiv ledelse og styring er en grundlæggende præmis for øget produktivitet". Et tidligere projekt SaPPA, der var finansieret af Arbejdsmiljøforskningsfonden, undersøgte sammenhæng mellem psykosocialt arbejdsmiljø og produktivitet i forskellige centre af Nykredit (Edwards et al. 2014a, 2014b). Tre tværsnit med spørgeskemaundersøgelser viste stærk sammenhæng mellem ledelseskvalitet og rentabilitet i alle tre år, men forløbsundersøgelser viste ingen kausale sammenhænge. Resultatet blev underbygget af kvalitative undersøgelser, der viste, at især centerdirektørens ledelsesstil havde indflydelse på centrets rentabilitet. Som udgangspunkt kan man således forvente en sammenhæng mellem ledelseskvalitet krav og produktivitet.

Ændring i ledelseskvalitet fra 2012 til 2014 viser en fordeling med to toppunkter (en negativ og en positiv fordeling) (Se figur 4.0.1.). Det er altså rimeligt at forvente, at ændringer har været tilstrækkeligt store til, at det vil være muligt at påvise en sammenhæng mellem ændring i ledelseskvalitet og ændring i produktivitet, hvis en sammenhæng findes.

I alle tværsnitsanalyser er ledelseskvalitet på tværs af alle brancher positiv og som oftest statistisk signifikant associeret med produktivitet, når ledelseskvalitet indgår alene i regressionsmodellen. Når ledelseskvalitet indgår sammen med de andre arbejdsmiljøindikatorer i den samlede regressionsmodel, viser tværsnitsanalyser generelt en væsentligt mindre, og statistisk ikke-signifikant positiv association med produktivitet. Tværsnitsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper viser en varieret og inkonsistent sammenhæng mellem ledelseskvalitet og produktivitet. Tværsnitsresultaterne indikerer således, at der ikke er en selvstændig sammenhæng mellem ledelseskvalitet og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer. En forklaring kan være, at ledelseskvalitet er et overordnet koncept, og at ledelse i praksis kommer til udtryk i ledelsesadfærd og handlinger, der har stor betydning for de andre arbejdsmiljøindikatorer. I tråd hermed viser ledelseskvalitet høj korrelation med flertallet af de andre arbejdsmiljøindikatorer (se appendiks 2).

Det springer også i øjnene, at ledelseskvalitet viser positiv, statistisk signifikant kausal sammenhæng i den "rå" regressionsmodel, men ikke i den fulde regressionsmodel, hvor forløbsanalyser på tværs af alle brancher hverken viser kausal, omvendt kausal eller kvasikausal sammenhæng. En forklaring herpå kan igen være, at ledelseskvalitet er et overordnet koncept, og at positive effekter af ledelseskvalitet på produktivitet medieres af, at ledelseskvalitet også kommer til udtryk i flere af de virksomhedsdeterminanter af produktivitet, der justeres for i den fulde regressionsmodel (fx medarbejdernes uddannelsesniveau, omfang af virksomhedens eksport, investeringer i teknologi etc.). Det kan dog også være, at en eller flere af virksomhedsdeterminanterne både påvirker opfattelsen af ledelseskvaliteten og produktivitet.

I forløbsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper, er der i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' tendens til positiv kausal sammenhæng mellem ændring i ledelseskvalitet fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2013 til 2015. Endvidere er der i hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' tendens til positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i produktivitet fra 2010 til 2012 og ændring i ledelseskvalitet fra 2012 til 2014. Sekundære forløbsanalyser tyder ikke på, at virksomhedens

udgangsniveau af ledelseskvalitet i 2012 har betydning for, om der er kausal eller omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i ledelseskvalitet og ændring i produktivitet.

Samlet tyder projektets resultater på, at ledelseskvalitet ikke hænger selvstændigt kausalt sammen med produktivitet, men at der dog kan være svag positiv kausalitet mellem ændring i ledelseskvalitet og ændring i produktivitet inden for hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg'. Her kan det dog ikke udelukkes, at denne sammenhæng er et tilfældigt resultat af multiple test. Den manglende tydelige, direkte sammenhæng kan forekomme overraskende, fordi en sammenhæng mellem ledelseskvalitet og produktivitet tidligere er blevet fremhævet af bl.a. Produktivitetskommissionen.

Det ligger udenfor rammerne af nærværende projekt nærmere at analysere mulige årsager til det overraskende resultat, men flere forhold bør tages i betragtning. Som allerede nævnt er det tænkeligt, at ledelseskvalitet er et overordnet koncept, og at ledelseskvalitet i praksis kommer til udtryk bl.a. gennem de andre arbejdsmiljøindikatorer og igennem de virksomhedsdeterminanter af produktivitet, der justeres for i den fulde regressionsmodel. Høj ledelseskvalitet kan fx afspejle sig i, at antallet af ansatte stiger, at der generelt ansættes mere erfarne og bedre uddannede medarbejdere, at virksomheden satser mere på eksport, at virksomheden investerer stærkere i ny teknologi osv. Når ledelseskvalitet er stærkt korreleret både med de andre arbejdsmiljøindikatorer og med virksomhedsdeterminanter af produktivitet, vil effekter af ledelseskvalitet på produktivitet blive justeret væk i den fulde regressionsmodel.

Den fremtrædende amerikanske management ekspert Gary Hamel har inden for de seneste år advokeret stærkt for, at traditionel, hierarkisk ledelse kan være kontraproduktiv, fordi de mange ledelseslag bruger ressourcer, der ikke bliver anvendt i den direkte produktion. I store virksomheder kan dette udgøre op til 33 % af de samlede lønudgifter (Gary Hamel 2011; 2012). Gary Hamel argumenterer, at moderne succesfulde og produktive virksomheder i stedet er kendetegnet ved en høj grad af medarbejderinvolvering, der kommer til udtryk ved betydelig selvledelse i forhold til at løse egne opgave samt ved betydelig indflydelse på/ansvar for, at egne kompetencer anvendes fuldt ud. Ud fra denne argumentation er det muligt, at de otte spørgsmål om ledelseskvalitet, der anvendes i AH2012 og AH2014, ikke i tilstrækkelig grad belyser, om virksomhedens ledelse understøtter selvledelse. De otte spørgsmål hænger næppe sammen med selvledelse på en entydig måde.

Rolleklarhed

Samlet tyder analyserne ikke på en sammenhæng mellem rolleklarhed og produktivitet.

Høj grad af rolleklarhed har stor betydning for, om en medarbejder trives i arbejdet (Clausen & Borg 2011). Tidligere undersøgelser viser også, at en lav grad af rolleklarhed i form af usikkerhed om jobets indhold, ansvarsområder og modsatrettede forventninger til udførelsen af arbejdet øger risikoen for stress (Albertsen et al. 2010) og udbrændthed (Borritz et al. 2005). Lav rolleklarhed i form af oplevelsen af modsatrettede forventninger til opgaveløsningen øger risikoen for langvarigt sygefravær (Rugulies et al. 2010). På baggrund af den eksisterende viden er der således grund til at antage, at der er positiv sammenhæng mellem rolleklarhed og produktivitet.

Ændring i rolleklarhed fra 2012 til 2014 viser en fordeling med to toppunkter (en negativ og en positiv fordeling), og kun en begrænset andel af virksomhederne viser ingen ændring (se figur 4.0.1.). Der er således også grund til at formode, at en sammenhæng mellem ændring i rolleklarhed og ændring i produktivitet vil kunne påvises i projektets studiepopulation, såfremt en sammenhæng findes.

I nærværende projekt viser tværsnitsanalyser hverken i den "rå" regressionsmodel eller i den fulde regressionsmodel sammenhæng mellem rolleklarhed og produktivitet. Selv om tværsnitsanalyser i

hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' tyder på en relativt stor og positiv sammenhæng mellem rolleklarhed og produktivitet, konkluderer vi, at det generelt ikke i projektet er muligt at påvise en sammenhæng mellem rolleklarhed og produktivitet.

Denne konklusion understøttes af hovedanalyserne på tværs af alle brancher, hvor rolleklarhed ikke hænger sammen med ændring i produktivitet, hverken i analyser af kausalitet, omvendt kausalitet eller kvasikausalitet. Det samme gælder for forløbsanalyserne for hovedbranchegrupperne, undtagen Erhvervs-service, hvor der findes en positiv signifikant omvendt kausalitet. Det kan dog ikke udelukkes, at denne sammenhæng er et tilfældigt resultat af multiple test.

Samlet konkluderer vi, at rolleklarhed generelt ikke viser sammenhæng med produktivitet.

Indflydelse

Samlet viser tværsnitsanalyserne ikke en sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer. Derimod tyder forløbsanalyserne på en (negativ) kausal sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet.

Talrige undersøgelser har dokumenteret, at indflydelse kan have stor betydning for produktivitet. Indflydelse på arbejdet er en vigtig del af kontrolelementet i Karaseks Krav-Kontrol model, hvor høje krav kombineret med lav kontrol (indflydelse) hænger sammen med lav produktivitet (Karasek & Theorell 1990). I Tage Søndergaard Kristensens litteraturgennemgang for HK/Danmark angives sammenhæng mellem psykosocialt arbejdsmiljø og produktivitet at være medieret af indflydelse i flere af de fremhævede eksempler (Kristensen 2010). Indflydelse viser indirekte sammenhæng med produktivitet ved, at indflydelse også har stort betydning for jobtilfredshed (Miller & Monge 1986; Andersen et al. 2017), og lav indflydelse er stærkt associeret med langvarigt sygefravær (Clausen et al. 2012, 2014). Der er således god grund til at antage, at der er positiv sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet.

Når indflydelse indgår alene i regressionsmodellen ses i tværsnitsanalyser generelt en statistisk signifikant, positiv sammenhæng med produktivitet, men indflydelse viser ingen sammenhæng med produktivitet i tværsnitsanalyser, når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår i den fulde regressionsmodel. Tværsnitsanalyser inden for hver af de fire hovedbranchegrupper viser generelt ingen statistisk signifikante sammenhænge. Samlet set indikerer resultater af tværsnitsanalyser, at der ikke er en selvstændig sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer.

I forløbsanalyser af kausalitet viser ændring i indflydelse fra 2012 til 2014 en negativ, statistisk signifikant sammenhæng med ændring i produktivitet fra 2013 til 2015, mens forløbsanalyser af omvendt kausalitet og kvasikausalitet ikke viser sammenhæng mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet. Sekundære forløbsanalyser viser, at den negative kausale sammenhæng især er knyttet til virksomheder, der som udgangspunkt har middel eller høj indflydelse i 2012. En fortolkning kan være, at ved et højt udgangsniveau af indflydelse i 2012 kan det være forbundet med store omkostninger at forbedre indflydelse yderligere, og derfor kan forbedringer af indflydelse, når udgangsniveauet er middel eller højt, være forbundet med lavere produktivitet. Endvidere viser sekundære forløbsanalyser en positiv omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet, når virksomhedernes udgangsniveau af indflydelse var lavt i 2012, og en negativ omvendt kausal sammenhæng, når udgangsniveauet var højt i 2012. En mulig fortolkning kan være, at virksomheder, der forbedrer produktiviteten fra 2010 til 2012, efterfølgende bruger ressourcer på at forbedre medarbejdernes oplevelse af indflydelse, hvis udgangspunktet af indflydelse er lavt i 2012, men at virksomhederne ikke efterfølgende

har samme opmærksomhed på medarbejdernes oplevelse af indflydelse, hvis udgangsniveauet allerede i 2012 er højt.

Forløbsanalyser af sammenhænge mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet i de fire hovedbranchegrupper viser nogle forskelle. Hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' viser statistisk signifikant (eller boarderline signifikant) negativ kausalitet mellem ændring i indflydelse fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2013 til 2015. Ingen af de tre andre hovedbranchegrupper viser tegn på kausalitet mellem ændring i indflydelse og ændring i produktivitet, og ingen af de fire hovedbranchegrupper viser tegn på omvendt kausalitet. I analyser af kvasikausalitet viser hovedbranchegruppe 'Transport og handel' en positiv og statistisk signifikant sammenhæng mellem ændring i indflydelse fra 2012 til 2014 og ændring i produktivitet fra 2012 til 2014.

En simpel forklaring på, at sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet er usikker i nærværende projekt kan være knyttet til, at ændringer fra 2012 til 2014 i medarbejdernes oplevelse af indflydelse er meget små, og en stor andel af virksomhederne viser slet ingen ændring (se figur 4.0.1.). Det er tænkeligt, at ændringerne har været for små til, at det har været muligt at påvise sammenhænge mellem indflydelse og produktivitet, og at mere tydelige sammenhænge måske kan påvises, hvis der gennemføres undersøgelser med en længere opfølgingsperiode.

Retfærdighed

Samlet tegner tværsnitsanalyserne et konsistent billede af en negativ sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet, når der tages hensyn til betydningen af de andre arbejdsmiljøindikatorer. Derimod viser forløbsanalyserne ingen kausal sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet.

Flere studier viser direkte (Karriker & Williams 2009) eller indirekte (Johns 2001) sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet. Retfærdighed indgår også som et af tre nøglebegrebet i Arbejdsmiljørådets definition af virksomhedens sociale kapital, og hvidbogen om virksomhedens sociale kapital refererer til flere kilder, der fremhæver positiv sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet (Olesen et al. 2008). Der er således god grund til at antage, at der er positiv sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet.

Tværsnitsanalyser viser ingen sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet, når retfærdighed indgår alene i regressionsmodellen (Tabel 4.3.1.1.). Når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår i tværsnitsanalyser i den samlede model, ses derimod en ganske udtalt negativ og statistisk signifikant sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet (Tabel 4.4.1.1.). Den negative sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet ses generelt også i tværsnitsanalyser i hver af de fire hovedbranchegrupper, idet hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' dog ikke viser statistisk signifikant sammenhæng i den fulde regressionsmodel. Samlet bedømmer vi, at den negative sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet i tværsnitsanalyser i den samlede regressionsmodel er robust. Resultatet kan dog skyldes den høje korrelation mellem arbejdsmiljøindikatorerne.

I forløbsanalyser på tværs af alle brancher hænger ændring i retfærdighed ikke sammen med ændring i produktivitet, hverken i analyser af kausalitet, omvendt kausalitet eller kvasikausalitet. Det samme gør sig stort set gældende for forløbsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper. De supplerende forløbsanalyser tyder heller ikke på, at udgangsniveauet af oplevelse af retfærdighed i 2012 har betydning for eventuel sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet.

En simpel forklaring på, at kausal sammenhæng mellem retfærdighed og produktivitet ikke kan påvises i nærværende projekt kan være knyttet til, at ændringer fra 2012 til 2014 i medarbejdernes oplevelse af retfærdighed er små, og en væsentlig andel af virksomhederne slet ikke viser ændring (se figur 4.0.1.). Det

er muligt, at ændringerne har været for små til, at det har været muligt at påvise kausale sammenhænge mellem retfærdighed og produktivitet, og at mere tydelige sammenhænge måske vil kunne påvises, hvis der gennemføres undersøgelser med en længere opfølgingsperiode.

Kollegial støtte

Samlet tyder analyserne ikke på en sammenhæng mellem kollegial støtte og produktivitet.

En meta-analyse viser en sammenhæng mellem kollegial støtte og produktivitet (Chiaburu & Harrison 2008), og kollegial støtte er vist at kunne øge den enkelte medarbejders indflydelse (selvbestemmelse) i arbejdsteam (van Mierlo et al. 2006). Der er således grund til at antage en positiv sammenhæng mellem kollegial støtte og produktivitet.

I tværsnitsanalyser på tværs af alle brancher viser kollegial støtte ingen sammenhæng med produktivitet, hverken når kollegial støtte analyseres i den "rå" regressionsmodel eller i den fulde regressionsmodel. Selv om tværsnitsanalyser i de fire hovedbranchegrupper viser enkelte sammenhænge, konkluderer vi, at tværsnitsanalyserne ikke tyder på, at det er muligt at påvise sammenhænge mellem kollegial støtte og produktivitet.

Denne konklusion understøttes af hovedanalyserne, der kun viser en svag positiv, statistisk signifikant omvendt kausal sammenhæng mellem ændring i produktivitet og ændring i kollegial støtte. Det er muligt, at denne sammenhæng er et tilfældigt resultat af multiple test. Der kan ikke vises hverken kausal eller kvasikausal sammenhæng mellem ændring i kollegial støtte og ændring i produktivitet.

Hovedanalyser i de fire hovedbranchegrupper viser generelt ikke tegn på kausalitet, omvendt kausalitet eller kvasikausalitet mellem ændring i kollegial støtte og ændring i produktivitet.

Samlet viser nærværende projekt ingen positiv kausal sammenhæng mellem kollegial støtte og produktivitet. Derimod tyder analyserne på en svag omvendt kausalitet, således at forbedret produktivitet fra 2010 til 2012 fører til efterfølgende forbedring i kollegial støtte fra 2012 til 2014. En simpel forklaring på, at nærværende projekt ikke har kunne påvise en positiv kausal sammenhæng mellem ændring i kollegial støtte og ændring i produktivitet kan være knyttet til, at ændringer fra 2012 til 2014 i kollegial støtte er meget små, og en stor andel af virksomhederne viser slet ingen ændring (se figur 4.0.1.). Det er tænkeligt, at ændringerne har været for små til, at det har været muligt at påvise sammenhænge mellem kollegial støtte og produktivitet, og at mere tydelige sammenhænge måske vil kunne påvises, hvis der gennemføres undersøgelser med en længere opfølgingsperiode.

Fysisk anstrengende arbejde

Samlet viser tværsnitsanalyser og forløbsanalyser et konsistent billede af en statistisk signifikant sammenhæng mellem medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengende arbejde og produktivitet.

I det oprindelige nordiske projekt (Foldspang et al. 2014) blev anvendt et fysisk arbejdsmiljøindeks, der var baseret på 11 spørgsmål i NAK2005 og NAK2010. Disse spørgsmål omhandlede især arbejdsstillinger og tunge løft, men også udsættelse for støj, vibrationer og kemiske eksponeringer. Selv om indekset var relativt upræcist, og hvert enkelt spørgsmål i indekset kun var relevant for et lille andel af virksomhederne, var indekset i tværsnitsanalyser signifikant positivt associeret med virksomhedens produktivitet, også når en række andre forklarende virksomhedsvariabler indgik i regressionsmodellen.

I nærværende projekt har vi i stedet valgt at anvende et enkelt spørgsmål om oplevet fysisk anstrengelse i arbejdet, fordi dette spørgsmål forventes at være relevant for alle virksomheder på tværs af brancher.

Ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet fra 2012 til 2014 viser en skæv normalfordeling med en svag overvægt af positive ændringer (se figur 4.0.1.). Spredningen er relativt stor, og det er rimeligt at forvente, at ændringerne har været tilstrækkeligt store til, at det vil være muligt at påvise en sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet, hvis en sammenhæng findes.

I tværsnitsanalyser er oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet positivt og statistisk signifikant associeret med produktivitet i den fulde regressionsmodel. Tværsnitsanalyser i hver de fire hovedbranchegrupper viser, at den positive sammenhæng mellem oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og produktivitet især bæres af hovedbranchegruppe 'Handel og transport' og hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice'. Vi konkluderer, at den stærke, positive sammenhæng mellem oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og produktivitet i tværsnitsanalyser er særdeles robust og troværdig.

Hovedanalyserne viser, at der er en statistisk signifikant og positiv kausal sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet. Tilsvarende viser forløbsanalyser af kvasikausalitet en positiv, statistisk signifikant sammenhæng, når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår i den samlede regressionsmodel. Forløbsanalyser af omvendt kausalitet viser ingen sammenhæng mellem ændring i produktivitet og ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Disse resultater understøttes af sekundære forløbsanalyser, der viser, at den positive kausale sammenhæng og den positive kvasikausale sammenhæng er knyttet til virksomheder, hvor medarbejderne som udgangspunkt i 2012 oplever høj fysisk anstrengelse i arbejdet (bemærk, at skalaen er blevet vendt, således at høj anstrengelse svarer til lav skalaværdi).

Forløbsanalyser inden for de fire hovedbranchegrupper viser markante forskelle. Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser positiv og statistisk signifikant kausal sammenhæng mellem ændring i oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og ændring i produktivitet. Hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser også positiv og statistisk signifikant kvasikausal sammenhæng. Positiv og statistisk signifikant kvasikausalitet findes også i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning'. Hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' viser ingen statistisk signifikante kausale, omvendt kausale eller kvasikausale sammenhænge.

Samlet set viser hovedanalyserne, at blandt de ni arbejdsmiljøindikatorer viser oplevelse af fysisk anstrengelse den stærkeste og mest konsistente, positive kausale sammenhæng med produktivitet, og den kausale sammenhæng er især knyttet til virksomheder, hvor medarbejderne som udgangspunkt i 2012 oplever høj fysisk anstrengelse i arbejdet. I alle analyser er skalaen for oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet blevet vendt, således at højere værdier svarer til, at arbejdet opleves mindre fysisk anstrengende. Den positive kausale sammenhæng betyder altså, at virksomheder, der i perioden 2012 til 2014 har reduceret medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet fra et oprindeligt højt niveau af oplevet fysisk anstrengelse i 2012 efterfølgende, har større tendens til at opnå forbedret produktivitet fra 2013 til 2015. Dette resultat er i fin overensstemmelse med det oprindelige nordiske projekt (Foldspang et al. 2014), hvor det anvendte indeks for fysisk arbejdsmiljø var positivt korreleret med produktivitet i tværsnitsanalyser. Sammenhængen er også i tråd med en ny undersøgelse, hvor data fra NAK2010 blev anvendt til at vise, at jobtilfredshed stiger, når fysisk anstrengelse i arbejdet falder. Jobtilfredshed er i andre undersøgelser vist at hænge sammen med produktivitet (Andersen et al. 2017).

Nærværende projekt giver ikke mulighed for detaljerede undersøgelser af, hvorfor oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet er reduceret i nogle virksomheder. Det er tænkeligt, at dette i nogle tilfælde dækker over, at virksomhederne har investeret i ny teknologi (automatisering), der reducerer omfanget af manuelt

arbejde. Andre mulige forklaringer kan være, at virksomhederne har indført nye og mere produktive måder at organisere og fordele arbejdet. Der kan være et stort potentiale i at opnå mere detaljeret viden om, hvordan virksomheder i praksis kan opnå øget produktivitet gennem at reducere medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

5.2. Sammenhæng mellem fire arbejdsmiljøfaktorer og produktivitet

På tværs af alle brancher viser to af de fire arbejdsmiljøfaktorer (Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor og Tidspresfaktor) statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet i tværsnitsanalyser. Der er tydelige forskelle mellem de fire hovedbranchegrupper. I hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' viser ingen af de fire arbejdsmiljøfaktorer statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser Ledelsesfaktor positiv (og i flere tilfælde statistisk signifikant) sammenhæng med produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser 'Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor' og (i mindre grad) 'Indflydelse- og relationsfaktor' positiv sammenhæng med produktivitet, mens 'Tidspresfaktor' er negativt associeret med produktivitet.

De fire arbejdsmiljøfaktorer viser generelt ikke statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet i hovedanalyser på tværs af brancher. Dog viser 'Tidspresfaktor' – i overensstemmelse med tværsnitsanalyserne - statistisk signifikant negativt kvasikausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Imidlertid viser hovedanalyser i hver af de fire hovedbranchegrupper markante forskelle. I hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' viser ændring i 'Tidspresfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Handel og transport' viser ændring i 'Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. I hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' viser ændring i 'Indflydelse- og relationsfaktor' negativ kausal sammenhæng og positiv omvendt kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Endvidere viser ændring i 'Ledelsesfaktor' negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet.

Det er bemærkelsesværdigt, at alle påviste statistisk signifikante sammenhænge har samme retning. Negativ kausal sammenhæng kan måske hænge sammen med, at analyserne er baseret på kort opfølgningstid (et år). Det er teoretisk muligt, at investeringer i at forbedre arbejdsmiljøet på kort sigt ikke kan tjene sig selv ind, men at en gevinst i øget produktivitet kan opnås på længere sigt. I modsætning hertil er analyser af omvendt kausal sammenhæng baseret på længere opfølgningstid (2 år), og her indikerer resultaterne at virksomheder, der forbedrer produktiviteten, efterfølgende forbedrer arbejdsmiljøet.

Samlet viser analyserne af de fire arbejdsmiljøfaktorer ikke stærkere eller mere konsistente sammenhænge med produktivitet end de ni arbejdsmiljøindikatorer, og der synes således ikke – på tværs af alle brancher – at være særlige fordele ved at anvende de fire arbejdsmiljøfaktorer. Dog viser de fire arbejdsmiljøfaktorer markante forskelle mellem de fire hovedbranchegrupper, og det kan ikke udelukkes, at arbejdsmiljøfaktorer kan videreudvikles til brugbare mål for kvaliteten af arbejdsmiljøet inden for udvalgte brancher.

5.3. Metodeudvikling

I nærværende projekt er det lykkedes at videreudvikle metoder til at analysere sammenhænge mellem indikatorer for kvaliteten af virksomheders arbejdsmiljø og produktivitet på tværs af brancher og inden for udvalgte hovedbranchegrupper. Med de videreudviklede metoder har det for første gang været muligt at gennemføre forløbsanalyser af kausalitet og omvendt kausalitet mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Selv om det er lykkedes at udvikle brugbare metoder, er metodeudviklingen først lige begyndt. I det følgende nævner vi kort en række punkter, hvor der er potentiale for afgørende forbedringer. Selv om det ligger udenfor projektets rammer at udvikle og dokumentere disse mulige forbedringer, håber vi, at vi herved kan inspirere fremtidig forskning.

Studiepopulationen

I projektet har vi valgt at afgrænse studiepopulationen til kun at omfatte virksomheder, hvor de samme medarbejdere har besvaret AH-spørgeskemaet i både 2012 og 2014. Dette blev primært gjort for at undgå den målefejl, der opstår, hvis kvaliteten af arbejdsmiljøet estimeres ud fra forskellige personers besvarelse af spørgeskemaet i 2012 og 2014. Men valget har den pris, at projektet omfatter færre virksomheder, og regressionsanalyserne kan mangle statistisk styrke, især når der stratificeres fx på hovedbranchegrupper.

Der kan også potentielt være risiko for såkaldt 'selektionsbias'. Hvis medarbejdere, der i 2012 oplever dårligt arbejdsmiljø, i højere grad vælger at forlade virksomheden, så er der risiko for, at gruppen af medarbejdere, der har besvaret spørgeskemaet i både 2012 og 2014, er systematisk forskellig fra udgangspopulationen, og at mulige sammenhænge derfor bliver mindre og statistisk insignifikante. Vi har imidlertid også gennemført tværsnitsanalyser for både 2012 og 2014 for populationen af privatansatte, der har besvaret AH-spørgeskemaet i enten 2012 eller 2014 (se tabel 3.0.2. Data 1). Generelt er der høj grad af overensstemmelse mellem de koefficienter, der estimeres i tværsnitsanalyser i de to studiepopulationer, og der er således ikke tegn på, at selektionsbias har været et nævneværdigt problem.

Endvidere kan det være et problem, at antallet af medarbejdere, der har besvaret spørgeskemaet pr. virksomhed, er lavt (ca. 1,5 medarbejder pr virksomhed, se tabel 3.1.5.). Virksomhedens gennemsnit er således bestemt med betydelig usikkerhed, der også reducerer projektets statistiske styrke.

For at overkomme disse problemer med studiepopulationen vil det være mere ideelt, hvis der kan etableres et virksomhedspanel, hvor en væsentlig andel af medarbejderne regelmæssigt (med års mellemrum) besvarer spørgsmål om deres arbejdsmiljø.

Indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet

I projektet har vi anvendt ni arbejdsmiljøindikatorer (skalaer), der indgår i både AH2012 og AH2014, og som bedømmes at være relevante for alle virksomheder på tværs af forskellige brancher. Der har været flere problemer ved at anvende disse arbejdsmiljøindikatorer.

Fire arbejdsmiljøindikatorer (indflydelse, kollegial støtte, sikkerhedskultur og retfærdighed) viser meget små ændringer fra 2012 til 2014, og en stor andel af virksomhederne viser slet ingen ændring i disse arbejdsmiljøindikatorer (Figur 4.0.1.). For disse arbejdsmiljøindikatorer kan ændringerne have været for små til, at det er muligt at påvise kausale sammenhænge med ændringer i produktivitet. Det skal dog bemærkes, at ændring i indflydelse faktisk viser negativ kausal sammenhæng med ændring i produktivitet. Fire andre arbejdsmiljøindikatorer har alle en karakteristisk fordeling af ændringer fra 2012 til 2014 med to toppunkter; En fordeling med positive ændringer og en fordeling med negative ændringer. For to af disse arbejdsmiljøindikatorer (virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og kvantitative krav) er der statistisk signifikant sammenhæng med produktivitet både i tværsnitsanalyser og i hovedanalyser. Endelig viser oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet en fordeling i ændring fra 2012 til 2014 med relativt stor spredning, og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet hænger positivt sammen med produktivitet både i tværsnitsanalyser og i forløbsanalyser. Resultaterne antyder, at stærke sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet muligvis kan påvises, hvis der mere systematisk fokuseres på spørgsmål, der faktisk viser væsentlige ændringer over tid.

Der er en høj korrelation mellem syv af arbejdsmiljøindikatorerne (Arbmil, Sikker, Ledelse, Rolle, Indfl, Retf og Koll) (se appendiks 2). Der er risiko for, at stærkt korrelerede arbejdsmiljøindikatorer kan påvirke hinanden på en uoverskuelig måde, når alle arbejdsmiljøindikatorer indgår i de samlede regressionsmodel. Selv om projektets resultater tyder på, at problemer med høj korrelation mellem arbejdsmiljøindikatorerne har været begrænset, har vi gennemført en faktoranalyse baseret på de 33 spørgsmål, der indgår i de ni arbejdsmiljøindikatorer (se appendiks 3). Herved har vi estimeret fire arbejdsmiljøfaktorer, der ikke er indbyrdes korrelerede, og som derfor uden problemer kan indgå i en samlet regressionsmodel. De fire arbejdsmiljøfaktorer viser ikke stærkere sammenhæng med produktivitet end de ni arbejdsmiljøindikatorer, men de fire arbejdsmiljøfaktorer viser markante forskelle mellem de fire hovedbranchegrupper. Det kan være interessant at undersøge, om arbejdsmiljøfaktorer kan videreudvikles til mere anvendelige mål for kvaliteten af arbejdsmiljøet i analyser inden for udvalgte brancher. Ved at fokusere på spørgsmål med stor forklaringskraft vil antallet af spørgsmål til at estimere fire væsentlige arbejdsmiljøfaktorer sikkert kunne reduceres til ca. 15 spørgsmål. Hvis disse 15 spørgsmål anvendes i fremtidige undersøgelser af virksomhedspaneler, vil man potentielt kunne bruge de fire arbejdsmiljøfaktorer som benchmarking for sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet i forskellige brancher.

Projektet har afsløret særlige problemer ved at anvende de eksisterende spørgsmål om ledelseskvalitet i 'Arbejde og Helbred'. Ledelseskvalitet synes at hænge tæt sammen med både de andre arbejdsmiljøindikatorer og de anvendte virksomhedsdeterminanter af produktivitet, og i den fulde regressionsmodel er det ikke muligt at udskille en selvstændig betydning af ledelseskvalitet. Der synes således at være et særligt behov for at udvikle nye mål for ledelseskvalitet, der kan anvendes i undersøgelser af kausale sammenhænge mellem ledelse og produktivitet.

Opfølgningstid

I projektet har vi anvendt ændring i arbejdsmiljøindikatorer fra 2012 til 2014 versus ændring i produktivitet fra 2013 til 2015 i analyser af kausalitet. Det er tænkeligt, at det tager længere tid end et år, for at forbedringer i arbejdsmiljøet kan komme til udtryk i forbedret produktivitet, fx hvis påvirkningen går gennem medarbejdernes helbred. Det kan derfor være interessant at undersøge, om stærkere sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet kan påvises, hvis opfølgningstiden forlænges.

Regressionsmodeller

I nærværende projekt har vi – med udgangspunkt i virksomhedens Cobb-Douglas' produktionsfunktion – anvendt såkaldt Fixed Effect regression i forløbsanalyser af sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet (se appendiks 4). Fordelen ved Fixed Effect regression - som den er udført i nærværende projekt - er, at metoden tager højde for eventuelle målefejl, der er virksomhedsspecifikke/personspecifikke og persistente over tid. Derudover korrigeres for eventuel uobserverbar heterogenitet, dvs. virksomhedskarakteristika, der ikke kan måles, og som er persistente over tid.

Et problem er imidlertid, at Fixed Effect regression som udgangspunkt ikke tager højde for mulige problemer med omvendt kausalitet, produktivitetsskok og andre endogenitetsproblemer, der kan udgøre en meget betydelig fejlkilde (se appendiks 4). Udfordringen er, at produktivitet og inputs i produktionsfunktionen (kapital, arbejdskraft og arbejdsmiljø) bestemmes samtidigt, hvilket kan gøre det svært at identificere kausale sammenhænge. Derudover kan fx konjunkturer fungere som et produktivitetsskok, der påvirker både produktivitet og inputs, hvilket vil medføre, at vi finder sporadiske sammenhænge i Fixed Effect. Vi har forsøgt at løse disse udfordringer ved at analysere produktiviteten i årene efter, at arbejdsmiljøet måles (vores kausale analyser). Udfordringen ved denne metode er, at såfremt arbejdsmiljøet kun - eller hovedsageligt - påvirker produktiviteten i samme år, så kan vi ikke identificere det. Derudover vil metoden ikke løse endogenitetsproblemerne, hvis både produktivitet og arbejdsmiljø er meget persistent over tid.

Vi har derfor - som en slags følsomhedsanalyse - også anvendt en såkaldt to-trins system GMM, der forsøger at tage højde for endogenitet. To-trins system GMM er tidligere anvendt i Black & Lynch (2001) og Buhai et al. (2017). I to-trins system GMM estimeres i første trin, hvor stor en andel af produktiviteten, der kan forklares af kapital, arbejdskraft og ændringerne i disse i tidligere år. I andet trin beregnes, hvor stor en andel af den resterende produktivitet der kan forklares af andre determinanter af produktivitet, herunder arbejdsmiljøet. Det mest ideelle vil være at gennemføre system GMM i et trin, hvilket fuldstændigt vil ligne den metode, der anvendes fx i Finansministeriets analyser (Finansministeriet, 2016). Dette kræver imidlertid, at alle variabler observeres i mindst for tre perioder. I nærværende projekt har vi kun haft to perioder (2012 og 2014) for måling af kvaliteten af arbejdsmiljøet, og resultaterne af to-trins system GMM viser en meget høj grad af overensstemmelse med tværnsnitsanalyser af arbejdsmiljøindikatorerne. Hvis en længere opfølgningstid anvendes – fx ved også at inddrage arbejdsmiljødata fra 'Arbejdsmiljø og Helbred 2016' og virksomhedsdata fra hvert år i hele perioden fra 2010 til og med 2016 vil det være mulig at gennemføre system GMM i et trin og dermed gennemføre analyser af kausalitet, der tager højde for endogenitet, og som er sammenlignelige med Finansministeriets analyser.

I regnskabsdata fra Danmarks Statistik er værditilvækst og andre regnskabstal for en del især mindre virksomheder blevet imputeret (dvs. at manglende data er blevet udfyldt ved at trække værdien fra tilsvarende virksomheder i samme branche). Vi har valgt at bevare virksomheder med imputeret værditilvækst i analyserne for herved at opnå større statistisk styrke og gøre det muligt at analysere sammenhængen for forskellige brancher. Dette introducerer dog en risiko for skævhed i resultaterne.

I hovedanalyserne har vi som udgangspunkt antaget en lineær sammenhæng mellem ændring i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet, og vi har estimeret den gennemsnitlige sammenhæng. Det er imidlertid potentielt muligt, at en forbedring af arbejdsmiljøet kan have forskellig effekt på produktiviteten, alt efter om kvaliteten af arbejdsmiljøet fra starten er godt eller dårligt. Vi har gennemført en række sekundære forløbsanalyser, hvor virksomhederne er blevet stratificeret ud fra deres udgangspunkt af kvaliteten af arbejdsmiljøet i 2012. Disse analyser tyder stærkt på, at der er en ikke-lineær sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Det kan således være potentielt interessant at undersøge, om stærkere sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet kan påvises, hvis der anvendes mere avancerede metoder til at undersøge ikke-lineære sammenhænge.

I projektet har vi gennemført et meget stort antal analyser, og det kan derfor ikke udelukkes, at nogle resultater er statistisk signifikante ved et rent tilfælde (en type 1-fejl). En mulig metode til at undgå type 1-fejl er at justere for multiple test (fx med Bonferroni eller Benjamini-Hochberg korrektion). Der kan imidlertid være afgørende indvendinger mod justering for multiple test. Dels stiger risikoen for type 2-fejl (en faktisk sammenhæng overses) voldsomt, og dels er justeringen rent mekanisk (forudsætter tilfældighed), og justeringen inddrager ikke overvejelser om, hvorvidt et givent resultat støttes af eller er i modstrid med anden eksisterende viden. I projektet har det vist sig, at langt de fleste signifikante resultater i både tværnsnitsanalyser og forløbsanalyser er knyttet til tre arbejdsmiljøindikatorer: Prioritering af arbejdsmiljøet, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Dette indikerer, at resultaterne ikke er opstået tilfældigt. Eftersom formålet med de gennemførte test primært har været eksplorativt, har vi besluttet ikke at justere for multiple test. I stedet nævner vi, at en type 1-fejl som følge af multiple test kan være en mulig forklaring de steder, hvor det bedømmes at være en mulighed.

6. KONKLUSION

Nærværende projekt har videreudviklet metoder til at analysere sammenhænge mellem indikatorer for kvaliteten af virksomheders arbejdsmiljø og virksomheders produktivitet på tværs af brancher og inden for udvalgte hovedbranchegrupper. Med de videreudviklede metoder har det for første gang været muligt at gennemføre forløbsanalyser af kausal og omvendt kausal sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Tabel 6.1. summerer de statistisk signifikante sammenhænge, der i forløbsanalyser er blevet vist for hver af de ni arbejdsmiljøindikatorer på tværs af alle brancher og inden for de fire hovedbranchegrupper. For at lette forståelsen viser tabel 1a de estimerede parametre omregnet til den %-ændring i produktivitet (værditilvækst/årsværk), der opstår, når arbejdsmiljøindikatoren øges med et skalatrin.

Tabel 6.1.

Oversigt over statistisk signifikante resultater fra forløbsanalyser af kausalitet (K), omvendt kausalitet (OK) og kvasikausalitet (QK)

	Alle brancher			Industri, råstof og forsyning			Bygge og anlæg			Handel og transport			Erhvervsservice		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil	-	0,016*	-0,018*	-	-	-	-	-	-0,059**	-	0,028*	-0,026*	-	-	-
Sikker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan	-	-	-0,022**	-	-	-	-0,05**	0,071*	-	-	-	-	-	-0,062**	-
Ledelse	-	-	-	-	-	-	0,029*	-	-	-	-	-	-	0,038*	-
Rolle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,03*	0,038*	-
Indf	-0,014*	-	-	-0,029*	-	-	-	-	-	-	-	0,024**	-	-	-
Retf	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048*	-	-	-	-	-	-
Koll	-	0,015*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,034*	0,046*	-
Fys-an	0,029**	-	0,023*	-	-	0,048*	0,072***	-	0,048*	0,069***	-	-	-	-	-
	"- " = Ingen statistisk signifikant sammenhæng * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.														

Tabel 1a.

Oversigt over statistisk signifikante resultater fra forløbsanalyser af kausalitet (K), omvendt kausalitet (OK) og kvasikausalitet (QK). Omregnet til den %-ændring i produktivitet (VTV pr. årsværk), der opnås, når arbejdsmiljøindikatoren øges med et skaltrin

	Alle brancher			Industri, råstof og forsyning			Bygge og anlæg			Handel og transport			Erhvervsservice		
	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK	K	OK	QK
Arbmil (1-5)	-	2,3%*	-2,6%*	-	-	-	-	-	-8,4%**	-	4,0%*	-3,7%*	-	-	-
Sikker (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvan (1-5)	-	-	-3,7%**	-	-	-	-7,1%**	10,1%*	-	-	-	-	-	-10,3%**	-
Ledelse (1-5)	-	-	-	-	-	-	3,6%*	-	-	-	-	-	-	5,1%*	-
Rolle (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5,0%*	6,3%*	-
Indf (1-5)	-2,0%*	-	-	-4,1%*	-	-	-	-	-	-	-	3,4%**	-	-	-
Retf (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6%*	-	-	-	-	-	-
Koll (1-5)	-	2,1%*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,9%*	6,6%*	-
Fys-an (0-10) ^A	2,0%**	-	1,6%*	-	-	3,4%*	5,2%***	-	3,4%*	5,0%***	-	-	-	-	-
	"- " = Ingen statistisk signifikant sammenhæng * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans For Fys-an er beregnet %-ændring i produktivitet pr. 2 skalatrin														

Projektets hovedhypotese om kausal sammenhæng mellem indikatorer for kvaliteten af arbejdsmiljøet og produktivitet (H1-1) er på tværs af alle brancher bekræftet for indflydelse og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og delvist for kvantitative krav (sekundær forløbsanalyse). Imidlertid strider den negative sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet mod en overordnet antagelse om positiv kausal sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet.

Projektets hovedhypotese om omvendt kausal sammenhæng (H1-2) mellem produktivitet og arbejdsmiljøindikatorer er på tværs af alle brancher bekræftet for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet og kollegial støtte. Sammenhængen er i alle tilfælde positiv.

Projektets anden hovedhypotese (H2) om, at kausale sammenhænge mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet er afhængig af branche, er blevet undersøgt indirekte ved at sammenligne de estimerede statistisk signifikante parametre fra hovedanalyserne i de fire hovedbranchegrupper. Selv om vi ikke har udført egentlige statistiske tests af, om de estimerede parametre er statistisk signifikant forskellige i de fire hovedbranchegrupper, er forskellene så markante, at vi bedømmer at hovedhypotese to er bekræftet. Den statistiske signifikante negative kausale sammenhæng mellem indflydelse og produktivitet, der ses på tværs af alle brancher, ses endnu mere udtalt i hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' men ikke i nogle af de andre tre hovedbranchegrupper. Det er rimeligt at antage, at denne forskel mellem hovedbranchegruppe 'Industri, råstof og forsyning' og de tre andre hovedbranchegrupper, er statistisk signifikant. Tilsvarende er den statistiske signifikante kausale sammenhæng mellem oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet og produktivitet, der ses på tværs af alle brancher, endnu mere udtalt i to hovedbranchegrupper ('Bygge og anlæg' og 'Handel og transport') men fraværende i de to andre hovedbranchegrupper. Endelig understøttes hypotesen indirekte af de store forskelle mellem hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Erhvervsservice' i, hvilke sammenhænge der er statistisk signifikante. Dette tyder på, at arbejdsmiljøet har forskellig betydning i de to hovedbranchegrupper.

Samlet viser projektet en mere konsistent omvendt kausal sammenhæng end en kausal sammenhæng, hvilket betyder, at virksomheder, der har øget produktivitet, efterfølgende har stærkere tendens til at forbedre arbejdsmiljøet.

Det skal fremhæves, at to arbejdsmiljøindikatorer – sikkerhedskultur og retfærdighed – ikke viser sammenhæng med produktivitet i forløbsanalyser, hverken på tværs af brancher eller i hver af de fire hovedbranchegrupper. Disse to arbejdsmiljøindikatorer viser generelt små ændringer i skalaværdi fra 2012 til 2014, og det er tænkeligt, at der ikke har været tilstrækkeligt med ændringer til, at statistisk signifikante sammenhænge kan påvises.

Projektets sekundære hypoteser (H3 og H4) om statistisk signifikant sammenhæng mellem arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet i tværsnitsanalyser er bekræftet (hypotesen kan ikke afvises) for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet, sikkerhedskultur, kvantitative krav og oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet. Der er generelt god overensstemmelse mellem resultaterne af tværsnitsanalyserne og forløbsanalyserne, hvilket bidrager til resultaternes troværdighed.

7. PERSPEKTIVERING AF, HVORDAN PROJEKTETS RESULTATER PÅ KORT OG LANG SIGT KAN BIDRAGE TIL AT FORBEDRE ARBEJDSMILJØET

Det er en grundlæggende præmis i arbejdsmiljøloven og i den kollektive arbejdsmiljøindsats, at virksomhederne ikke kun skal skabe et godt arbejdsmiljø, fordi det kan betale sig, men at et godt arbejdsmiljø også handler om, at virksomhederne viser en nødvendig social ansvarlighed. Alligevel er der bred enighed blandt arbejdsmarkedets parter om, at en tydeliggørelse af positiv sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet kan bidrage til at anspore danske virksomheder til at gennemføre en mere vidtgående arbejdsmiljøindsats, og at dette kan bidrage til at forbedre virksomhedernes produktivitet og konkurrenceevne.

Nærværende projekt har videreudviklet metoder og statistiske modeller til at undersøge kausale sammenhænge mellem forskellige aspekter af virksomheders arbejdsmiljø og produktivitet. Projektet har vist, at der er store forskelle mellem brancher, og at det sikkert vil være muligt for hver branche mere præcist at udpege og dokumentere de aspekter af arbejdsmiljøet, der i særlig grad hænger positivt sammen med produktivitet. Perspektivet for arbejdsmiljøet er således på længere sigt, at projektet vil kunne bidrage til, at virksomheder ansføres til mere systematisk at forbedre arbejdsmiljøet.

Allerede nu viser projektet, at en reduktion i medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet fører til øget produktivitet. Dette gælder især i hovedbranchegruppe 'Bygge og anlæg' og hovedbranchegruppe 'Handel og transport', hvor der allerede på kort sigt kan være store perspektiver i at gennemføre arbejdsmiljøindsatser, der reducerer medarbejdernes oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet.

8. FORMIDLING FRA PROJEKTET

8.1. National formidling

Følgegruppemøder

Første møde - 6. april 2016 kl. 14 – 16

Andet møde – 6. oktober 2017 kl. 10 - 12

Tredje møde – 18. december 2017 kl. 10 – 12.30

Foredrag

Præsentation ved AMFF årsmøde 17. januar 2018

Rapport

Sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet - En registerbaseret follow-up undersøgelse. Afslutningsrapport til Arbejdsmiljøfonden projekt nr. 30-2015-09. Otto Melchior Poulsen, Karsten Albæk, Esben Anton Schultz, Sarah Kildahl Nico Nielsen, Jesper Møller Pedersen, Hans Bay.

Anden skriftlig formidling

Notat til Regeringens ekspertudvalg om arbejdsmiljøindsatsen

8.2. International formidling



Poulsen OM, Albæk K, Schultz EA, Rømer Hjorth L, Spjelkavik Mark M, Bay H, Pedersen JM. Working environment and productivity. Study protocol for a register based follow-up study. Submitted November 2016 BMC Public Health

Ajslev J, Albæk K, Schultz EA, Nielsen SKN, Pedersen JM, Bay H, Poulsen OM. Working environment and productivity. Impact of perceived physical exertion at work. In preparation for Scand J Work Environ health

9. ARBEJDSMILJØFORSKNINGSFONDENS BEVILLING TIL PROJEKTET

Arbejds miljø forsknings fonden
 Arbejdstilsynet, Analyse og Data
 Postboks 1228
 0900 København C

Tilsagn

Projekt nr./sagsnr.: 30-2015-09 / 20150067263		
Tilskudsmodtager: Det Nationale Forskningscenter for Arbejds miljø		
Adresse, Postnr./by: Lersø Parkallé 105 2100 København Ø		Telefon/email: +45 39 16 52 19 omp@arbejds miljoforskning.dk
Ansvarlig projektleder: Otto Melchior Poulsen		
Projekttitel: Sammenhæng mellem arbejds miljø og produktivitet – En registerbaseret follow-up undersøgelse		
Dato for start: Januar 2016	Dato for afslutning: August 2017	Samlede tilskud: 2.647.998
Budget:		
Fordeling af tilskud på år: 1. år: 1.599.620 2. år: 1.048.378 3. år:		
Særlige vilkår: Dette tilskud ydes på de vilkår, der fremgår af "standardvilkår for tilskud fra Arbejds miljø forsknings fonden", som vedlægges.		
Dato 13. 4. 2016	Arbejds miljø forsknings fonden 	
Undertegnede ønsker at modtage ovenstående projektbevilling og erklærer sig indforstået med at ville udføre projektet i henhold til godkendte ansøgning og de særlige vilkår, som fremgår af denne bevilling og de ovennævnte standardvilkår.		
Dato 14/4 2016	Ansvarlig projektleders underskrift 	

10. REFERENCER

- Albertsen K, Rugulies R, Garde AH, Burr H. The effect of the work environment and performance-based self-esteem on cognitive stress symptoms among Danish knowledge workers. *Scandinavian Journal of Public Health* 2010;38(Suppl. 3):81-89.
- Andersen LL, Fishwick D, Robinson E, et al. Job satisfaction is more than a fruit basket, health checks and free exercise: Cross-sectional sectional study among 10,000 wage earners. *Scandinavian Journal of Public Health* 2017;45(5):476-484.
- Baltagi HB & PX Wu. Unequally spaced panel data regressions with AR(1) disturbances. *Econometric Theory* 1999;15:814-823.
- Baruch-Feldman C, Brondolo E, Ben-Dayana D, Schwartz J. Sources of social support and burnout, job satisfaction, and productivity. *Journal of Occupational Health Psychology* 2002;7:84-93.
- Batt R. Managing customer services: Human resource practices, turnover, and sales growth. CAHRS Working Paper Series, Working Paper 00- 07. Ithaca, New York: Center for Advanced Human Resource Studies, Cornell University, 2000.
- Batt R, Moynihan LM. Human resource management, service quality, and economic performance in call centers. CAHRS Working Paper Series, Working Paper 04-16. Ithaca, New York: Center for Advanced Human Resource Studies, Cornell University, 2004.
- Becker BE, Huselid MS. High performance work systems and firm performance: A synthesis of research and managerial implications. *Research in Personnel and Human Resources Management* 1998;16:53–101.
- Becker BE, Huselid MA, Ulrich D. *The HR Scorecard. Linking people, strategy, and performance.* Boston: Harvard Business School Press, 2001.
- Black SE & Lynch LM. How to compete : The impact of workplace practices and information technology on productivity. *The Review of Economics and Statistics* 2001;83(3):434–445.
- Boles M, Pelletier B, Lynch W. The relationship between health risks and work productivity. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2004;7:737-745.
- Borritz M, Bültmann U, Rugulies R, Christensen KB, Villadsen E, Kristensen TS. Psychosocial work characteristics as predictors for burnout: Findings from 3-year follow up of the PUMA study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2005;47(10):1015-1025.
- Bräunig D, Kohtall T. Calculating the international return on prevention for companies: Costs and benefits of investments in occupational safety and health. Final report. Geneva: International Social Security Association, 2012.
- Buhai S, Cottini E, Westergård-Nielsen N. The impact of workplace conditions on firm performance. Working Paper 08-13. Aarhus: Department of Economics, Aarhus School of Business, University of Aarhus, 2008.
- Buhai S, Cottini E, Westergård-Nielsen N. How productive is workplace health and safety? *Scandinavian Journal of Economics* 2017;119(4):1086-1104.
- Burton WN, Chen CY, Conti DJ, Schultz AB, Pransky GMD, Edington DW. The association of health risks with on-the-job productivity. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2008;8:769-777.
- Chiaburu DS & Harrison DA. Do peers make the place? Conceptual synthesis and meta-analysis of coworker effects on perceptions, attitudes, OCBs, and performance. *Journal of Applied Psychology* 2008;93(5):1082-1103.

- Christensen TA, Frosch H, Jensen DB, Mark M, Knudsen AB. Economic impacts of business investments in R&D in the Nordic countries. The Ministry of Higher Education and Science and The Nordic Council of Ministers, 2014.
- Clausen T, Borg V. Job demands, job resources and meaning at work. *Journal of Managerial Psychology* 2011;26(7-8):665-681.
- Clausen T, Nielsen K, Carneiro IG, et al. Job demands, job resources and long-term sickness absence in the Danish eldercare services: A prospective analysis of register-based outcomes. *Journal of Advanced Nursing* 2012;68(1):127-36.
- Clausen T, Burr H, Borg V. Do psychosocial job demands and job resources predict long-term sickness absence? An analysis of register-based outcomes using pooled data on 39,408 individuals in four occupational groups. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2014;87(8):909-17.
- Cobb CW, Douglas PH. A theory of production. *American Economic Review* 1928;18:139-165.
- Danmarks Statistik. Begreber i Nationalregnskabet. Danmarks Statistik, 2014.
- Diewert EW, Nakamura AO. Concepts and measures of productivity: An introduction. Chapter 2. In: Lipsey RG & Nakamura AO (eds.). *Service industries and the knowledge based economy*. University of Calgary Press, 2005.
- Edwards K, Møller N, Kristensen TS, Mouritsen J, Burr H, Pejtersen JH. Sammenhænge mellem Produktivitet og Psykosocialt Arbejds miljø – SaPPA. Afslutningsrapport til Arbejds miljø forskningsfonden, 2014a. <http://dx.doi.org/10.11581/DTU:00000002>
- Edwards K, Møller N, Kristensen TS, Mouritsen J, Bur, H, Pejtersen JH. Ledelse med social kapital giver høj produktivitet. Department of Management Engineering, Technical University of Denmark, 2014b. <http://dx.doi.org/10.11581/DTU:00000003>
- Finansministeriet. Økonomisk analyse: Produktivitet og konkurrence, januar 2016.
- Foldspang L, Mark M, Rants LL, Hjorth LM, Langholz-Carstensen C, Poulsen OM, Johansson U, Ahonen G, Aasnæss S. Working environment and productivity. A register-based analysis of Nordic enterprises. *TemaNord* 2014:546.
- Gittell JH, Fairfield KM, Bierbaum B, Head W, Jackson R, Kelly M, et al. Impact of relational coordination on quality of care, postoperative pain and functioning, and length of stay. *Medical Care* 2000;38:807-819.
- Hamel G. First, let's fire all the managers. *Harvard Business Review* 2011;(Dec 1):48-60.
- Hamel G. What matters now: How to win in a world of relentless change, ferocious competition, and unstoppable innovation. Jossey Bass, 2012.
- Heponiemi T, Elovainio M, Laine J, Pekkarinen L, Eccles M, Noro A, et al. Productivity and employees' organizational justice perceptions in long-term care for the elderly. *Research in Nursing and Health* 2007;30:498-507.
- Heskett JL, Sasser WE, Wheeler J. The ownership quotient. Putting the service profit chain for unbeatable competitive advantage. Boston, Massachusetts: Harvard Business Press, 2008.
- Hinze JW. Incurring the costs of injuries versus investing in safety. Chapter 2. In: Coble RJ, Hinze JW, Haupt TC (Eds.). *Construction safety and health management*. Princeton, New Jersey: Prentice Hall, 2000.
- Industriens Branchearbejds miljø råd 2012. Minihvidbog om fordele ved et godt arbejds miljø. 2012.

- Johns G. The psychology of lateness, absenteeism, and turnover. In: Anderson N, Ones DS, Sinangil HP & Viswesvaran C (Eds.). *Handbook of industrial, work and organizational psychology*, Vol. 2. London: Sage Publications, 2001. pp. 232–252.
- Karasek R, Theorell T. *Stress, productivity and the reconstruction of working life*. Basic Books, 1990.
- Karriker JH, Williams ML. Organizational justice and organizational citizenship behavior: A mediated multifoci model. *Journal of Management* 2009;35:112.
- Kristensen TS. *Trivsel og produktivitet – to sider af samme sag*. En litteraturgennemgang. HK/Danmark, 2010.
- Leana CR, Pil FK. Social capital and organizational performance: Evidence from urban public schools. *Organization Science* 2006;17:353-366.
- Lohela Karlsson M. *Healthy workplaces. Factors of importance for employee health and organizational production*. Ph.D. Thesis. Karolinska Institutet, 2010.
- De Greef M, Van den Broek K. *Quality of the working environment and productivity — Research findings and case studies*. Prepared by the Topic Centre on Research — Work and Health, European Agency for Safety and Health at Work, 2004.
- Miller KI, Monge PR. Participation, satisfaction, and productivity: A meta-analytic review. *Journal of Academic Management* 1986;29(4):727-753.
- Muntz DC, Kohler JM, Greenberg CI. Effectiveness of a comprehensive worksite stress management program: Combining the organizational and individual interventions. *International Journal of Stress Management* 2001;8:49-62.
- Niemelä R, Rautio S, Hannula M, Reijula K. Work environment effects on labor productivity: An intervention study in a storage building. *American Journal of Industrial Medicine* 2002;42:328-335.
- OECD. *OECD Compendium of productivity indicators*. OECD, 2013.
- OECD. *Measuring productivity – Measurement of aggregate and industry-level productivity growth*. OECD Manual, 2001.
- Olesen KG, Thoft E, Hasle O, Kristensen TS. *Virksomhedens sociale kapital*. Hvidbog. Arbejdsmiljørådet, 2008.
- Oxenburgh M, Marlow P, Oxenburgh A. *Increasing productivity and profit through health and safety: The financial returns from a safe working environment*. 2. ed. Taylor & Francis Inc., 2004.
- Rugulies R, Aust B, Pejtersen JH. Do psychosocial work environment factors measured with scales from the Copenhagen Psychosocial Questionnaire predict register-based sickness absence of 3 or more weeks in Denmark? *Scandinavian Journal of Public Health* 2010;38(Suppl. 3):42-50.
- Taris TW, Schreurs PJG. Well-being and organizational performance: An organizational-level test of the happy-productive worker hypothesis. *Work & Stress* 2009;23:120-136.
- Tompa E, Dolinschi R, de Oliveira C, Irvin EA. Systematic review of occupational health and safety. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2009;51(9):1004–23.
- Yeow PHP, Sen RN. Quality, productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. *Industrial Ergonomics* 2003;32: 147-163.

van Mierlo H, Rutte CG, Vermunt JK, Kompier MAJ & Dooreward JAMC. Individual autonomy in work teams: The role of team autonomy, self-efficacy, and social support. *European Journal of Work and Organizational Psychology* 2006;15(3):281-299.

Westergaard Nielsen N. The impact of workplace health and safety conditions on firm performance. 2008. Rapport til Arbejds miljø forskningsfonden vedr. afrapportering af projektet "Arbejds miljø på bundlinjen". Rapporten kan downloades fra Arbejdstilsynets hjemmeside.

Wyon DP. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air* 2004;14(Suppl. 7):92-101.

Appendiks 1

Notat om robusthedsanalyser

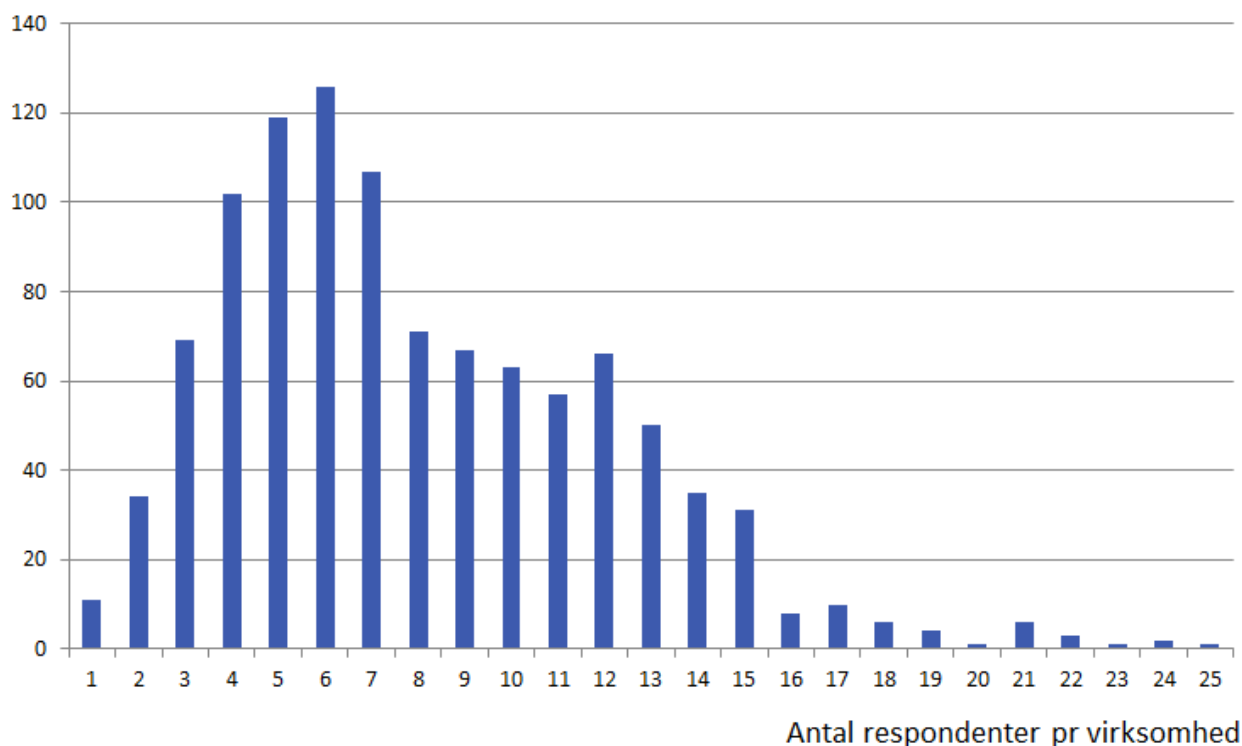
Hans Bay, Otto Melchior Poulsen

En svaghed ved nærværende undersøgelse er, at for praktisk talt alle virksomheder opnås estimer for de forskellige mål for kvaliteten af arbejdsmiljøet ud fra en enkelt eller to medarbejders besvarelse af AH-spørgeskemaet i 2012 og 2014. Populationen af medarbejdere er imidlertid tilfældigt udtrukket, og det er derfor rimeligt at antage, at data fra en til to medarbejdere i gennemsnit vil afspejle virksomhedens arbejdsmiljø. Det estimerede arbejdsmiljø formodes derfor ikke at være systematisk afvigende fra virksomhedernes reelle arbejdsmiljø. Men metoden er selvfølgelig behæftet med måleusikkerhed, fordi det langt fra er sikkert, at en person, der er tilfældigt udtrukket til AH-undersøgelsen, er repræsentativ for virksomheden i besvarelsen af spørgeskemaet. For at få indtryk af størrelsen af denne usikkerhed har vi lavet to robusthedsanalyser i et datasæt, der er knyttet til virksomhedsovervågningen (VAI).

Data

I 2012 fik 2.000 virksomheder tilsendt VAI-spørgeskemaet samtidigt med, at et tilfældigt udsnit af disse virksomheders medarbejdere fik AH2012-spørgeskemaet. Der optræder besvarelser fra 8.409 respondenter fordelt på 1.050 virksomheder. Figur A1.1. viser fordelingen af antal besvarelser pr. virksomhed.

Antal virksomheder



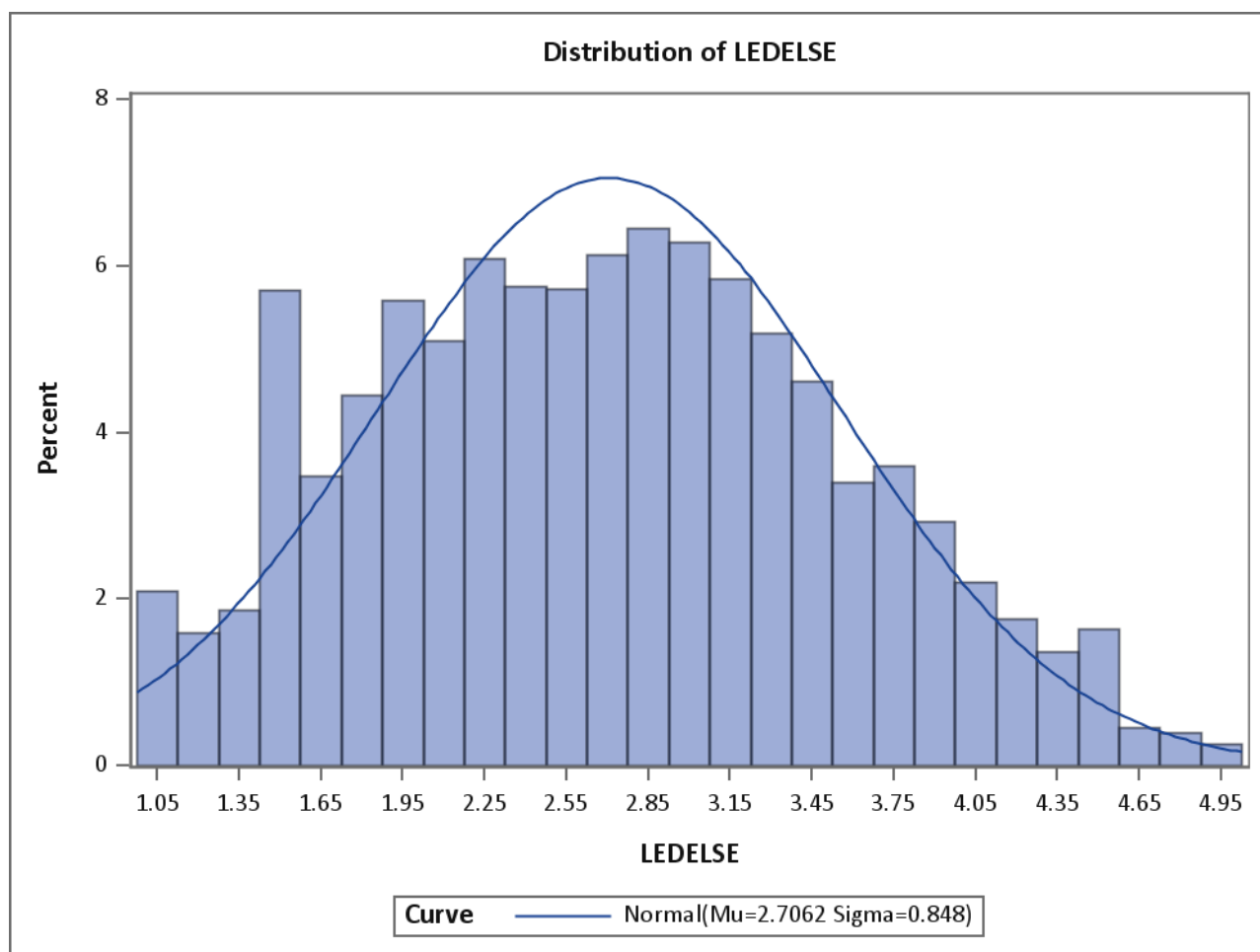
Figur A1.1.

Resultater

Robusthed af besvarelse af spørgsmål om ledelseskvalitet

AH-2012 indeholder en skala om ledelseskvalitet, der er baseret på 8 spørgsmål – se appendiks 2. Skalaen har høj Cronbach alpha (0,89) og gennemsnit og spredning - på en responskala fra 1 til 5 - er relativt ens i dette datasæt på tværs af de 11 branchearbejdsmiljøråd: Gennemsnit = 2,71 (2,57 - 3,01); spredning = 0,85 (0,74 – 0,92) (Se tabel A1.1.).

Fordelingen af besvarelser om ledelseskvalitet er vist i figur A1.2. Det ses, at fordelingen er tæt på normalfordelt, og at alle skalaværdier anvendes.



Figur A1.2.

Fra hver virksomhed har vi tilfældigt udtrukket en medarbejder og estimeret gennemsnit for ledelseskvalitet på tværs af alle branchearbejdsmiljøråd og inden for hvert af de 11 branchearbejdsmiljøråd. Dette er gjort to gange. Tabel A1.1. viser, at der kun er lille afvigelse mellem de estimerede gennemsnit for hvert af de to udtræk, og ligeledes er afvigelsen lille mellem gennemsnit for hele populationen og gennemsnittet for de to udtræk. Selv for branchearbejdsmiljøråd med relativt få virksomheder (fx "4 BAR Transport og engros" og "7 BAR Jord til bord") er afvigelsen væsentlig mindre end spredningen.

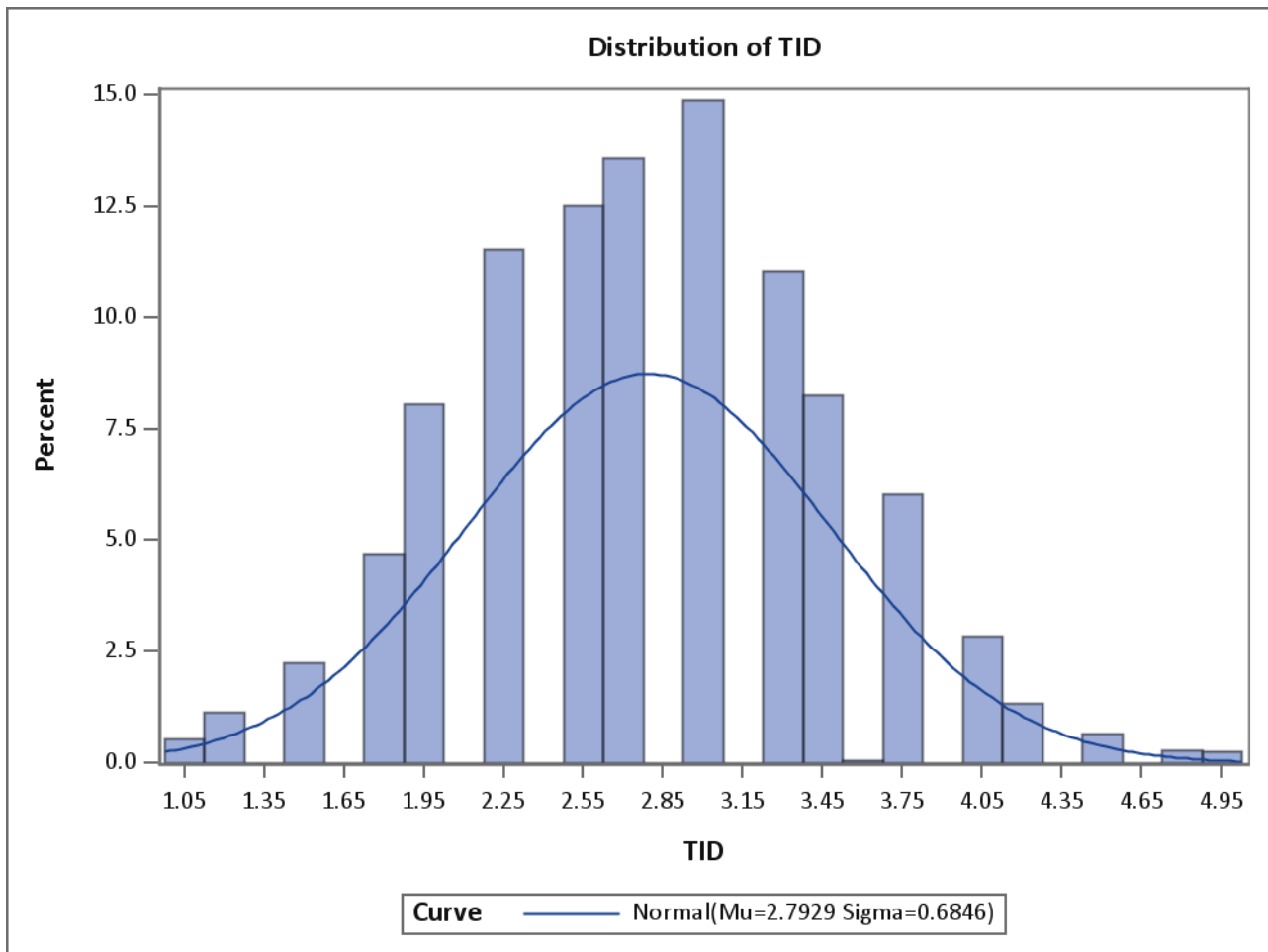
Tabel A1.1. Robusthed af ledelseskvalitet i og på tværs af 11 branchearbejds miljøråd

NA12_BAR_GRP Ledelseskvalitet	Alle	Udtræk 1 / Udtræk 2
Alle BAR	2,71 (n = 8406)	2,74 / 2,74 (n = 1049)
1 BAR Industri	2,75 (n = 1249)	2,93 / 2,78 (n = 161)
2 BAR Bygge og anlæg	2,85 (n = 1008)	2,81 / 2,93 (n = 180)
4 BAR Transport og engros	3,01 (n = 200)	3,32 / 3,20 (n = 23)
5 BAR Handel	2,78 (n = 311)	3,01 / 2,89 (n = 49)
6 BAR Service- og tjenesteydelser	2,71 (n = 515)	2,66 / 2,64 (n = 74)
7 BAR Jord til bord	2,86 (n = 284)	2,79 / 2,81 (n = 32)
8 BAR Social og sundhed	2,66 (n = 2414)	2,65 / 2,68 (n = 270)
9 BAR Undervisning og forskning	2,70 (n = 876)	2,73 / 2,61 (n = 108)
10 BAR Finans/Offentlig kontor og adm.	2,57 (n = 1135)	2,45 / 2,60 (n = 107)
11 BAR Privatkantor og administration	2,57 (n = 414)	2,60 / 2,54 (n = 45)

Robusthed af besvarelse af spørgsmål om kvantitative krav (tidspres)

AH-2012 indeholder en skala om kvantitative krav, der er baseret på fire spørgsmål. Gennemsnit og spredning - på en responskala fra 1 til 5 - er relativt ens i dette datasæt på tværs af de 11 branchearbejds miljøråd: Gennemsnit = 2,71 (2,57 - 3,01); spredning = 0,85 (0,74 – 0,92) (Se tabel A1.2.).

Fordelingen af besvarelser om tidspres er vist i figur A1.3. Det ses, at fordelingen er tæt på normalfordelt, og at alle skalaværdier anvendes.



Figur A1.3.

Robusthed er blevet undersøgt på samme måde som for skalaen for ledelseskvalitet. Tabel A1.2. viser, at der kun er lille afvigelse mellem de estimerede gennemsnit for hvert af de to udtræk, og ligeledes er afvigelsen lille mellem gennemsnit for hele populationen og gennemsnittet for de to udtræk. Afvigelsen er væsentlig mindre end spredningen.

Tabel A1.2. Robusthed af tidspres i og på tværs af 11 branchearbejdsmiljøråd

NA12_BAR_GRP Tidspres	Alle	Udtræk 1 / Udtræk 2
Alle BAR	2,79 (n = 8406)	2,77 / 2,79 (n = 1049)
1 BAR Industri	2,81 (n = 1249)	2,76 / 2,85 (n = 161)
2 BAR Bygge og anlæg	2,73 (n = 1008)	2,74 / 2,76 (n = 180)
4 BAR Transport og engros	3,00 (n = 200)	2,87 / 2,85 (n = 23)
5 BAR Handel	2,89 (n = 311)	2,71 / 3,02 (n = 49)
6 BAR Service- og tjenesteydelser	2,86 (n = 515)	2,71 / 2,83 (n = 74)
7 BAR Jord til bord	2,91 (n = 284)	2,94 / 2,98 (n = 32)
8 BAR Social og sundhed	2,76 (n = 2414)	2,79 / 2,79 (n = 270)
9 BAR Undervisning og forskning	2,70 (n = 876)	2,84 / 2,91 (n = 108)
10 BAR Finans/Offentlig kontor og adm.	2,72 (n = 1135)	2,72 / 2,52 (n = 107)
11 BAR Privatkantor og administration	2,63 (n = 414)	2,69 / 2,68 (n = 45)

Appendiks 2

Notat om specifikke skalaer/indikatorer i 'Arbejds miljø og Helbred'

Hans Bay, Jesper Møller Pedersen, Otto Melchior Poulsen

Udvælgelse af skalaer/arbejds miljøindikatorer

Udgangspunktet har været følgende skalaer, der anvendes uændret i AH2012 og AH2014, og som bedømmes at være relevant på tværs af forskellige brancher.

Virksomhedens prioritering af arbejds miljøet – fire spørgsmål (Cronbach alpha = 0,79)

7.1. I hvilken grad er holdningen på din arbejdsplads, at arbejds miljøet skal være bedre end reglerne kræver? 5 svarkategorier: 1) I høj grad; 2) I nogen grad; 3) I ringe grad; 4) Slet ikke; 5) Ved ikke.

7.2. I hvilken grad prioriterer din arbejdsplads forebyggelse af arbejds miljøproblemer højt? 5 svarkategorier: 1) I høj grad; 2) I nogen grad; 3) I ringe grad; 4) Slet ikke; 5) Ved ikke.

7.3. I hvilken grad bliver medarbejderne på din arbejdsplads involveret i beslutninger, som påvirker deres arbejds miljø? 5 svarkategorier: 1) I høj grad; 2) I nogen grad; 3) I ringe grad; 4) Slet ikke; 5) Ved ikke.

9.9. Hvor ofte gør du og dine kolleger en indsats for at forbedre arbejds miljøet? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig.

Beregning af skalaværdi: [arbmil=mean(of NA_Q07_1 - NA_Q07_3 NA14_Q09_9)][range 1,00 - 5,00]

Respondenter, der har anvendt svarkategori 5) Ved ikke i spørgsmål 7.1., 7.2. og 7.3. tildeles værdier 'missing value'. Herefter beregnes imputerede værdier for missing values – se appendiks 4. I analyserne vendes skalaen, så en høj værdi svarer til et godt arbejds miljø.

Sikkerhedskultur – fire spørgsmål (Cronbach alpha = 0,89)

21.1. Jeg får den nødvendige vejledning og instruktion i sikker udførelse af arbejdet. 5 svarkategorier: 1) Meget enig; 2) Enig; 3) Uenig; 4) Meget uenig; 5) Ikke relevant.

21.2. Ledelsen opmuntrer medarbejderne til at arbejde sikkert, selv når arbejdsplanen er stram. 5 svarkategorier: 1) Meget enig; 2) Enig; 3) Uenig; 4) Meget uenig; 5) Ikke relevant.

21.3. Ledelsen inddrager medarbejderne i beslutninger vedrørende sikkerhed. 5 svarkategorier: 1) Meget enig; 2) Enig; 3) Uenig; 4) Meget uenig; 5) Ikke relevant.

21.4. Vi hjælper hinanden med at arbejde sikkert, selv når arbejdsplanen er stram. 5 svarkategorier: 1) Meget enig; 2) Enig; 3) Uenig; 4) Meget uenig; 5) Ikke relevant.

Beregning af skalaværdi: [sikker=mean(of NA_Q21_1- NA_Q21_4)][Range 1,00 - 4,00]

Respondenter, der har anvendt svarkategori 5) Ikke relevant i spørgsmål 21.1., 21.2., 21.3. og 21.4. tildeles værdier 'missing value'. Herefter beregnes imputerede værdier for missing values – se appendiks 4. I analyserne vendes skalaen, så en høj værdi svarer til et godt arbejds miljø.

AH2012 og AH2014 har yderligere et spørgsmål (21.5. *Vi mener, at mindre ulykker er en normal del af det daglige arbejde*), som vi har valgt ikke at inkludere, fordi det reducerer Cronbach alpha værdien betydeligt.

Det fysiske arbejdsmiljø

Kvantitative krav – seks spørgsmål om tempo, tidspres mv. (Cronbach alpha = 0,77)

12.1. *Hvor ofte oplever du, at du har tid nok til dine arbejdsopgaver?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

12.2. *Hvor ofte er det nødvendigt at holde et højt arbejdstempo?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

12.3. *Hvor ofte har du tidsfrister, som er svære at overholde?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

12.4. *Hvor ofte får du uventede arbejdsopgaver, der sætter dig under tidspres?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

12.5. *Hvor ofte står du til rådighed udenfor normal arbejdstid?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

12.6. *Hvor ofte er det nødvendigt at arbejde over?* 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

Beregning af skalaværdi: [kvan=mean (of NA_Q12_1- NA_Q12_6)]][Range 1,00 - 5,00]

I beregningen af skalaværdien er spørgsmålene 12.2, 12.3, 12.4, 12.5 og 12.6 først blevet vendt, så en lav værdi for alle spørgsmål repræsenterer det bedste arbejdsmiljø. Herefter er skalaværdien blevet beregnet. Endelig er skalaværdien blevet vendt, så en høj skalaværdi repræsenterer godt arbejdsmiljø (lave kvantitative krav).

Oplevelse af fysisk anstrengelse i arbejdet – ét spørgsmål (11 punkt Borg skala fra 0-10)

23. *Hvor fysisk hårdt opfatter du normalt dit nuværende arbejde? Borg skala fra 0 = ikke hårdt til 10 = maksimalt hårdt.*

Beregning af skalaværdi: Skalaen er blevet vendt, således at en høj værdi svarer til, at arbejdet ikke er fysisk hårdt.

AH2012 og AH2014 har tre spørgsmål om tunge løft. Endvidere findes seks andre spørgsmål om arbejdsstillinger. Disse spørgsmål bedømmer vi kun at være relevante for et begrænset antal jobtyper, og de skønnes derfor ikke at være anvendelige på tværs af forskellige brancher.

Det psykosociale arbejdsmiljø

Ledelseskvalitet - otte spørgsmål. (Cronbach alpha = 0,89)

8.1. *Hvor ofte forklarer din nærmeste leder dig virksomhedens mål, så du forstår, hvad de betyder for dine opgaver?* 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.2. *Hvor ofte har du tilstrækkelige beføjelser i forhold til det ansvar, du har i dit arbejde?* 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.3: Hvor ofte tager din nærmeste leder sig tid til at engagere sig i din faglige udvikling? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.4: Hvor ofte involverer din nærmeste leder dig i tilrettelæggelsen af dit arbejde? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.5: Hvor ofte giver din nærmeste leder dig den nødvendige feedback (ris og ros) for dit arbejde? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.6: Hvor ofte bliver dit arbejde anerkendt og påskønnet af ledelsen? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.7: Hvor ofte får du den hjælp og støtte, du har brug for fra din nærmeste leder? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

8.8: Hvor ofte kan man stole på de udmeldinger, der kommer fra ledelsen? 6 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig; 6) Har ingen leder.

Beregning af skalaværdi: [ledels=mean(of NA_Q08_1-14_Q08_8)][Range 1,00 - 5,00]
Respondenter, der har anvendt svarkategori 6) *Har ingen leder* tildeles værdien 'missing value'. I analyserne beregnes imputerede værdier for missing values. I analyserne vendes skalaen, så en høj værdi svarer til et godt arbejdsmiljø.

Rolleklarhed - fire spørgsmål. (Cronbach alpha = 0,79)

9.12: Hvor ofte får du den information, du behøver for at udføre dit arbejde? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.13: Hvor ofte får du den vejledning og instruktion, du behøver for at udføre dit arbejde? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.14: Hvor ofte ved du helt klart, hvad der er dine arbejdsopgaver? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.15: Hvor ofte bliver der stillet modsatrettede krav til dig i dit arbejde? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

Beregning af skalaværdi: [rolle=mean(of NA_Q09_12- NA_Q09_15)][Range 1,00 - 5,00]
I beregningen af skalaværdien er spørgsmål 9.15 først blevet vendt, så en lav værdi for alle spørgsmål repræsenterer det bedste arbejdsmiljø. Herefter er skalaværdien blevet beregnet. Endelig er skalaværdien blevet vendt, så en høj skalaværdi repræsenterer godt arbejdsmiljø (høj rolleklarhed).

Indflydelse - to spørgsmål. (Cronbach alpha = 0,71)

9.7: Hvor ofte har du indflydelse på, hvordan du løser dine arbejdsopgaver? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.8: Hvor ofte har du indflydelse på, hvornår du løser dine arbejdsopgaver? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

Beregning af skalaværdi: [indfl=mean(of NA_Q09_7- NA_Q09_8)][Range 1,00 - 5,00]
Skalaværdien er blevet vendt, så en høj skalaværdi repræsenterer godt arbejdsmiljø (høj indflydelse).

Retfærdighed - to spørgsmål. (Cronbach alpha = 0,75)

9.1: Hvor ofte bliver alle medarbejdere, der påvirkes betydeligt af en given beslutning, hørt? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.2: Hvor ofte bliver alle medarbejdere behandlet retfærdigt på virksomheden? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

Beregning af skalaværdi: [retf=mean(of NA_Q09_1- NA_Q09_2)][Range 1,00 - 5,00]
Skalaværdien er blevet vendt, så en høj skalaværdi repræsenterer godt arbejdsmiljø (høj retfærdighed).

Kollegial støtte - to spørgsmål. (Cronbach alpha = 0,79)

9.4: Hvor ofte hjælper du og dine kolleger hinanden med at opnå det bedst mulige resultat? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

9.6: Hvor ofte samarbejder du og dine kolleger, når der opstår problemer, der kræver løsninger? 5 svarkategorier: 1) Altid; 2) Ofte; 3) Sommetider; 4) sjældent; 5) Aldrig

Beregning af skalaværdi: [koll=mean(of NA_Q09_4 NA_Q09_6)][Range 1,00 - 5,00]
Skalaværdien er blevet vendt, så en høj skalaværdi repræsenterer godt arbejdsmiljø (høj kollegial støtte).

Der findes også spørgsmål om følelsesmæssige krav (to spørgsmål), kollegial anerkendelse (ét spørgsmål), og rummelighed (ét spørgsmål), der alle bedømmes at være så kontekstafhængige, at de næppe kan anvendes på tværs af brancher.

Korrelation mellem skalaer/indikatorer

Tabel A2.1. Arbejdsmiljø og helbred 2012

	Arbmil	Sikker	Kvan	Ledelse	Rolle	Indfl	Retf	Koll	Fys-an
Arbmil	1.00								
Sikker	0.55	1.00							
	0,54								
Kvan	0.07	0.07	1.00						
	0,08	0,05							
Ledelse	0.57	0.50	0.09	1.00					
	0,55	0,48	0,08						
Rolle	0.42	0.40	0.23	0.56	1.00				
	0,42	0,40	0,23	0,53					
Indfl	0.37	0.33	-0.02	0.43	0.39	1.00			
	0,36	0,31	-0,02	0,41	0,39				
Retf	0.57	0.49	0.12	0.64	0.52	0.43	1.00		
	0,58	0,48	0,12	0,62	0,53	0,43			
Koll	0.39	0.31	0.05	0.41	0.38	0.34	0.47	1.00	
	0,40	0,31	0,05	0,39	0,38	0,33	0,46		
Fys-an	0.10	0.22	-0.04	0.12	0.09	0.21	0.11	0.02	1.00
	0,09	0,23	-0,03	0,12	0,09	0,20	0,11	0,01	

Note: N = 4.904 virksomheder (xxx = dummy missing value: xxx = imputing missing value)

Tabel A2.2. Arbejdsmiljø og helbred 2014

	Arbmil	Sikker	Kvan	Ledelse	Rolle	Indfl	Retf	Koll	Fys-an
Arbmil	1.00								
Sikker	0.59 0,59	1.00							
Kvan	0.10 0,09	0.11 0,09	1.00						
Ledelse	0.60 0,59	0.57 0,53	0.12 0,10	1.00					
Rolle	0.45 0,44	0.46 0,44	0.27 0,27	0.58 0,56	1.00				
Indfl	0.39 0,40	0.38 0,36	0.01 0,01	0.45 0,44	0.40 0,40	1.00			
Retf	0.61 0,62	0.52 0,51	0.14 0,14	0.67 0,64	0.54 0,54	0.47 0,47	1.00		
Koll	0.43 0,45	0.36 0,35	0.06 0,06	0.45 0,42	0.39 0,39	0.37 0,37	0.49 0,49	1.00	
Fys-an	0.11 0,11	0.21 0,20	-0.02 -0,02	0.12 0,11	0.09 0,08	0.21 0,21	0.11 0,11	0.02 0,02	1.00

Note: N = 6.298 virksomheder (xxx = dummy missing value: xxx = imputing missing value)

Korrelationsanalysen viser høj grad af overensstemmelse mellem resultaterne for AH2012 og AH2014. Både i AH2012 og AH2014 ses en relativ høj korrelation mellem skalaerne for virksomhedens prioritering af arbejdsmiljøet (Arbmil), virksomhedens sikkerhedskultur (Sikker), ledelseskvalitet (Ledelse), rolleklarhed (Rolle), indflydelse (Indfl), organisatorisk retfærdighed (Retf) og kollegial støtte (Koll). Derimod var hverken kvantitative krav (Kvan) eller oplevelse af fysiske anstrengelse (Fys-an) korreleret med nogle af de andre skalaer.

De estimerede korrelationer påvirkes ikke eller kun marginalt af, om missing values tillægges en dummy værdi eller en imputeret værdi (se appendiks 4).

Beskrivende statistik

Tabel A2.3. præsenterer beskrivende statistik for de variabler, der indgår i regressionsanalyserne (se appendiks 4), baseret på henholdsvis data 1a, data 2b og data 3b.

Tabel A2.3. Beskrivende statistik	Data 1a		Data 2b		Data 3b	
	2012	2014	2012	2014	2012	2014
	Middel (std).	Middel (Std)	Middel (std).	Middel (Std)	Middel (std).	Middel (Std)
Værditilvækst/ansat (KKr)	608 (989)	612 (718)	657 (837)	662 (674)	669 (886)	673 (708)
Anlægsaktiver/ansat (KKr)	1454 (9390)	1503 (8919)	1721 (10439)	1600 (8713)	1880 (11262)	1708 (9019)
Antal ansatte (omregnet til fuldtidsansatte)	130 (667)	111 (608)	200 (888)	205 (909)	208 (973)	211 (995)
Uddannelse (antal år for medarbejderne i gennemsnit)	13,6 (1,4)	13,8 (1,4)	13,7 (1,33)	13,8 (1,29)	13,7 (1,35)	13,8 (1,31)
Erfaring (antal år på arbejdsmarkedet for medarbejderne i gennemsnit)	18,0 (6,7)	19,2 (6,8)	19,1 (5,99)	20,1 (6,06)	19,2 (6,03)	20,4 (6,11)
Andel kvinder	32 % (26 %)	32 % (26 %)	32 % (24 %)	32 % (24 %)	32 % (24 %)	32 % (24 %)
Virksomhedens alder (år)	20,0 (17,5)	20,4 (17,4)	22,7 (18,7)	24,8 (18,8)	22,3 (18,6)	24,4 (18,7)
Andel med eksport	51 % (50 %)	54 % (50 %)	61 % (49 %)	61 % (48 %)	60 % (49 %)	61 % (49 %)
Andel med 2 eller flere filialer	29 % (45 %)	28 % (45 %)	37 % (48 %)	38 % (49 %)	35 % (48 %)	36 % (48 %)
Branche (andel af alle i %)						
Industri, råstof og forsyning	24 % (43 %)	23 % (42 %)	29 % (46 %)	29 % (45 %)	29 % (45 %)	29 % (45 %)
Bygge og anlæg	15 % (36 %)	13 % (33 %)	11 % (31 %)	11 % (31 %)	10 % (31 %)	10 % (31 %)
Handel og transport mv.	37 % (48 %)	39 % (49 %)	36 % (48 %)	36 % (48 %)	37 % (48 %)	36 % (48 %)
Information og kommunikation	6 % (24 %)	7 % (25 %)	6 % (24 %)	6 % (24 %)	6 % (24 %)	6 % (25 %)
Ejendomshandel og udlejning	2 % (15 %)	3 % (16 %)	2 % (14 %)	2 % (14 %)	2 % (15 %)	2 % (15 %)
Erhvervsservice	15 % (36 %)	17 % (37 %)	15 % (36 %)	15 % (36 %)	15 % (36 %)	15 % (36 %)
Kultur, fritid og anden service	0,5 % (7 %)	0,5 % (7 %)	0 % (5 %)	0 % (6 %)	0 % (6 %)	0 % (6 %)
Arbejds miljøindikatorer (Skalaværdi)						
Arbmil (prioritering af arbejdsmiljøindsatsen 1-5)	3,69 (0,65)	3,73 (0,66)	3,73 (0,63)	3,74 (0,61)	3,75 (0,66)	3,75 (0,65)
Sikker (sikkerhedskultur 1-5)	3,98 (0,62)	4,05 (0,63)	4,03 (0,58)	4,08 (0,57)	4,04 (0,62)	4,08 (0,62)
Kvan (kvantitative krav 1-5)	2,86 (0,61)	2,85 (0,63)	2,86 (0,59)	2,84 (0,58)	2,87 (0,62)	2,85 (0,61)
Ledelse (ledelseskvalitet 1-5)	3,38 (0,77)	3,43 (0,80)	3,40 (0,74)	3,40 (0,73)	3,43 (0,77)	3,41 (0,79)
Rolle (rolleklarhed 1-5)	3,81 (0,58)	3,84 (0,60)	3,83 (0,55)	3,83 (0,56)	3,86 (0,58)	3,84 (0,60)
Indfl (indflydelse 1-5)	4,23 (0,71)	4,26 (0,70)	4,25 (0,67)	4,26 (0,64)	4,28 (0,71)	4,27 (0,69)
Retf (organisatorisk retfærdighed 1-5)	3,49 (0,81)	3,60 (0,83)	3,49 (0,76)	3,54 (0,76)	3,53 (0,81)	3,57 (0,82)
Koll (kollegial støtte 1-5)	4,21 (0,65)	4,23 (0,67)	4,19 (0,62)	4,20 (0,62)	4,21 (0,66)	4,20 (0,67)
Fys-an (Fysisk anstrengelse 0-10)	6,23 (2,88)	6,68 (2,85)	6,45 (2,76)	6,85 (2,67)	6,54 (2,90)	6,86 (2,83)

Note: Hver arbejdsmiljøindikatorer er vendt, således at den højeste værdi svarer til det bedste arbejdsmiljø.

Appendiks 3

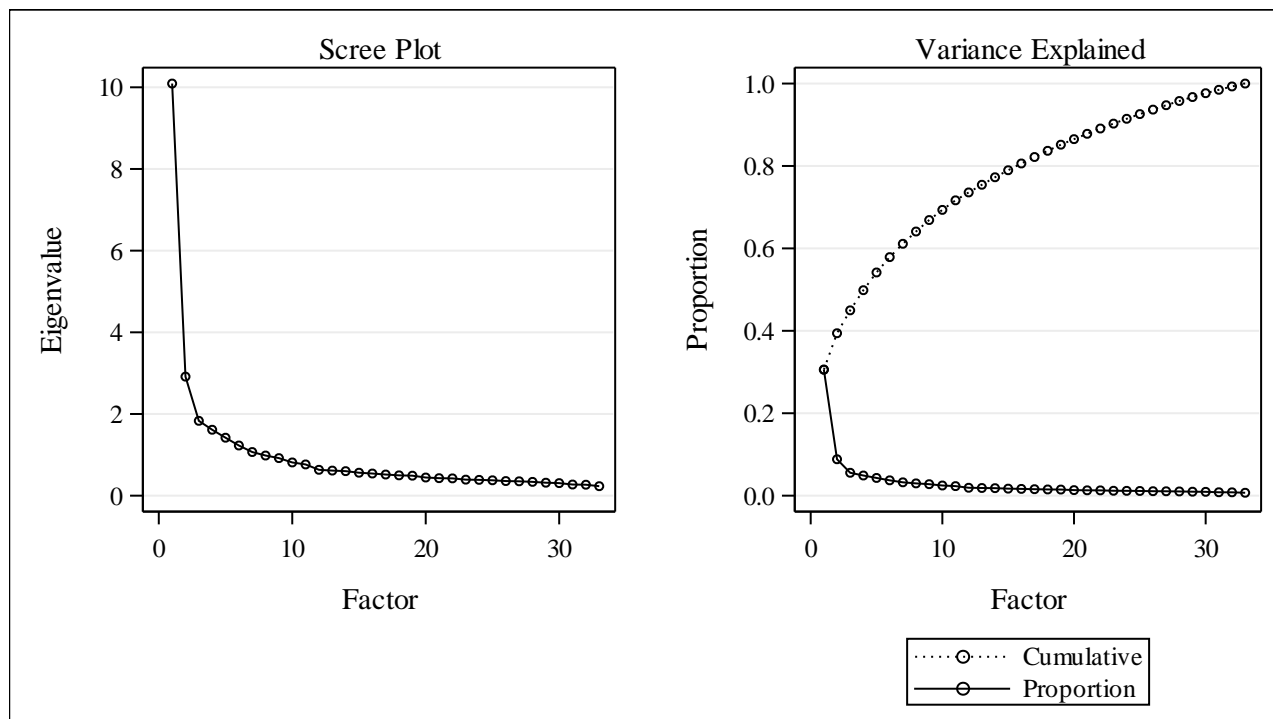
Notat om faktoranalyse på 33 udvalgte spørgsmål i AH2014

Hans Bay, Karsten Albæk, Sarah Kildahl Nico Nielsen

Faktoranalysen blev gennemført på de 33 spørgsmål, der indgår i de udvalgte skalaer, se appendiks 2. Udgangspopulationen for faktoranalyserne var alle personer, der besvarede henholdsvis AH2012 og AH 2014.

Faktoranalysen bygger på en antagelse om, at besvarelsen af hver af de 33 spørgsmål er normalfordelt. Der er brugt en såkaldt varimax rotation, der dels sikrer, at de konstruerede faktorer bliver uafhængige af hinanden, dels medfører, at de enkelte spørgsmål enten bliver meget højt korreleret med faktoren eller meget lavt. Selv om alle spørgsmål indgår i det mønster, der kendetegner hver faktor, har de forskellige spørgsmål forskellig vægt og fortegn i de forskellige faktorer. Det er således forholdsvis få spørgsmål, som i særlig grad "tegner" faktoren. Dette bevirker, at man mere enkelt får mulighed for at navngive faktoren.

I begge år vil et stort antal personer potentielt kunne mangle en faktorværdi, fordi manglende besvarelse af blot et af de 33 spørgsmål resulterer i, at værdien for faktoren ikke kan beregnes. Alt andet lige vil et stort antal manglende faktorværdier reducere den statistiske styrke af statistiske tests, hvor de estimerede faktorer indgår. For at undersøge effekten af at erstatte de manglende besvarelse af spørgsmål med imputerede værdier (se appendiks 4 om imputering) har vi gennemført faktoranalysen både uden og med imputering af de manglende besvarelser. Imputering fører ikke til nævneværdig ændring af de estimerede faktorer (resultater er ikke vist), og vi har derfor anvendt imputering i beregningen af faktorerne for herved at øge den statistiske styrke.



Vi har besluttet at anvende de fire første faktorer i de videre analyser, fordi

- De fire faktorer tilsammen forklarer ca. 50 % af variansen.

- De efterfølgende faktorer kun vil tilføre meget begrænset ekstra forklaringskraft .
- Størrelsen af korrelationen mellem de fire faktorer og de oprindelige 33 spørgsmål var rimelig høj ($> 0,4$) for 32 spørgsmål. De svageste korrelation var mellem faktorerne og fysisk anstrengelse ($< 0,3$)

Korrelationerne er vist i tabel A3-1 ("rotated factor pattern"). I tabellen angiver også hvilke spørgsmål, der i særlig grad bidrager til de fire faktorer.

Vi har benævnt de fire faktorer:

Faktor 1. Ledelsesfaktor. Her bidrager især spørgsmål fra skalaen om den direkte ledelse samt skalaen om retfærdighed

Faktor 2. Indflydelses- og relationsfaktor. I denne faktor bidrager især spørgsmål fra skalaer om indflydelse, kollegial støtte, rolleklarhed og retfærdighed.

Faktor 3. Sikkerheds- og forebyggelseskulturfaktor. Her bidrager spørgsmål om sikkerhedskultur og spørgsmål om, hvorvidt virksomheden prioriterer arbejdsmiljøindsatsen højt. Endvidere loader spørgsmålet om fysisk anstrengende arbejde også især på denne faktor.

Faktor 4. 'Tidspres' faktor. I denne faktor bidrager især spørgsmål fra skalaen om kvantitative krav (tidspres).

Konstruktionen af faktorerne har sikret, at de fire faktorer er uafhængige af hinanden. Dermed er det muligt at vurdere disse fire faktorer individuelt, også når de alle fire optræder samtidigt i lineære regressionsmodeller.

Tabel A3-1. Rotated Factor Pattern

		Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
Q08_5	Hvor ofte giver din nærmeste leder dig den nødvendige ris og ros for dit arbejde?	80 *	.	.	.
Q08_3	Hvor ofte tager din nærmeste leder sig tid til at engagere sig i din faglige udvikling?	78 *	.	.	.
Q08_7	Hvor ofte får du den hjælp og støtte, du har brug for fra din nærmeste leder?	76 *	25	.	.
Q08_6	Hvor ofte bliver dit arbejde anerkendt og påskønnet af Ledere?	75 *	23	.	.
Q08_4	Hvor ofte involverer din nærmeste leder dig i tilrettelæggelsen af dit arbejde?	68 *	.	.	.
Q08_1	Hvor ofte forklarer din nærmeste leder dig virksomhedens mål, så du forstår, hvad de betyder for dine opgaver?	67 *	.	22	.
Q08_8	Hvor ofte kan man stole på de udmeldinger, der kommer fra Ledere?	60 *	30	24	.
Q09_13	Hvor ofte får du den vejledning og instruktion, du behøver for at udføre dit arbejde?	53 *	37	.	.
Q09_1	Hvor ofte bliver alle medarbejdere, der påvirkes af en given beslutning, hørt?	51 *	36	25	.
Q09_12	Hvor ofte får du den information, du behøver for at udføre dit arbejde?	49 *	45 *	.	.
Q09_2	Hvor ofte bliver alle medarbejdere behandlet retfærdigt på virksomheden?	48 *	43 *	27	.
Q07_3	I hvilken grad bliver medarbejderne på din arbejdsplads involveret i beslutninger, som påvirker deres arbejdsmiljø?	46 *	24	44 *	.
Q09_7	Hvor ofte har du indflydelse på, hvordan du løser dine arbejdsopgaver?	.	70 *	.	.
Q09_6	Hvor ofte samarbejder du og dine kolleger, når der opstår problemer, der kræver løsninger?	.	66 *	.	.
Q09_4	Hvor ofte hjælper du og dine kolleger hinanden med at opnå det bedst mulige resultat?	.	64 *	.	.
Q09_8	Hvor ofte har du indflydelse på, hvornår du løser dine arbejdsopgaver?	.	63 *	.	.
Q09_14	Hvor ofte ved du helt klart, hvad der er dine arbejdsopgaver?	26	49 *	.	.
Q09_9	Hvor ofte gør du og dine kolleger en indsats for at forbedre arbejdsmiljøet?	26	47 *	24	.
Q08_2	Hvor ofte har du tilstrækkelige beføjelser i forhold til det ansvar, du har i dit arbejde?	43 *	44 *	.	.

Tabel A3-1. Rotated Factor Pattern

		Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
Q21_2	Ledelsen opmuntrer medarbejderne til at arbejde sikkert, selv når arbejdsplanen er stram	26	.	81 *	.
Q21_3	Ledelsen inddrager medarbejderne i beslutninger vedrørende sikkerhed	28	.	78 *	.
Q21_1	Jeg får den nødvendige vejledning og instruktion i sikker udførelse af arbejdet	23	.	75 *	.
Q21_4	Vi hjælper hinanden med at arbejde sikkert, selv når arbejdsplanen er stram	.	.	74 *	.
Q07_2	I hvilken grad prioriterer din arbejdsplads forebyggelse af arbejdsmiljøproblemer højt?	45 *	.	48 *	.
Q07_1	I hvilken grad er holdningen på din arbejdsplads, at arbejdsmiljøet skal være bedre end reglerne kræver?	36	.	42 *	.
Q23	Hvor fysisk hårdt opfatter du normalt dit nuværende arbejde? (0-10, hvor 0 er "Ikke hårdt" og 10 er "Maksimalt hårdt".)	.	.	30	.
Q12_3	Hvor ofte har du tidsfrister, som er svære at holde?	.	.	.	78 *
Q12_4	Hvor ofte får du uventede arbejdsopgaver, der sætter dig under tidspres?	.	.	.	78 *
Q12_6	Hvor ofte er det nødvendigt at arbejde over?	.	.	.	70 *
Q12_2	Hvor ofte er det nødvendigt at holde et højt arbejdstempo?	.	.	.	69 *
Q12_1	Hvor ofte oplever du, at du har nok tid til dine arbejdsopgaver?	.	26	.	62 *
Q12_5	Hvor ofte står du til rådighed udenfor normal arbejdstid?	.	-23	.	49 *
Q09_15	Hvor ofte bliver der stillet modsatrettede krav til dig i dit arbejde?	.	20	.	41 *

Printed values are multiplied by 100 and rounded to the nearest integer. Values greater than 0.4 are flagged with an '*'. Values less than 0.2 are not printed.

Appendiks 4

Notat om de anvendte statistiske metoder og modeller

Karsten Albæk, Hans Bay, Sarah Kildahl Nico Nielsen, Esben Anton Schultz

Virksomhedens Cobb-Douglas' produktionsfunktion

I analyserne har vi valgt at tage udgangspunkt i Cobb-Douglas' produktionsfunktion, der i nationaløkonomisk forskning står helt centralt. Dette valg gør metodeudviklingen i projektet væsentligt lettere, fordi det teoretiske grundlag for at anvende Cobb-Douglas' produktionsfunktion allerede er afklaret i detaljer i den nationaløkonomiske litteratur. Der findes således en omfattende litteratur, som omhandler udfordringerne ved at identificere kausale sammenhænge i Cobb-Douglas' produktionsfunktion.

Det teoretiske udgangspunkt for projektets analyser af sammenhænge mellem arbejdsmiljø og produktivitet er således virksomhedens Cobb-Douglas' produktionsfunktion med tre produktionsfaktorer:

$$Y = AK^aM^bL^c$$

hvor Y er output/produktion, A er totalfaktorproduktivitet, K er kapital, L er arbejdskraft og M er materialeforbrug i produktion.

Vi er interesserede i effekten af arbejdsmiljø på arbejdskraftproduktiviteten, målt som værditilvækst (VTV) pr. arbejdskraftinput. Derfor fratrækkes forbrug i produktionen og der divideres med arbejdskraften. Modellen transformeres som følger:

$$\frac{Y-M}{L} = A \left(\frac{K}{L}\right)^a \left(\frac{M}{L}\right)^b L^{a+b+c-1} - \frac{M}{L}$$

Antager man, at der anvendes en fast andel materialer (forbrug i produktionen) pr. person kan udtrykket forsimples til:

$$\frac{VTV}{L} = A \left(\frac{K}{L}\right)^a (C)^b L^{a+b+c-1} - C = AC^{b-1} \left(\frac{K}{L}\right)^a L^{a+b+c-1}$$

Ved logaritmisk transformation får vi:

$$\ln\left(\frac{VTV}{L}\right) = \beta_1 + \beta_2 \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \beta_3 \ln L + \delta'W + \gamma'X + \varepsilon$$

hvor $\beta_1 = \ln(C^{b-1})$ er en konstant, og totalfaktorproduktiviteten $A = \delta'W + \gamma'X + \varepsilon$ er delt op i et arbejdsmiljøled (W) et virksomhedskarakteristika-led (X) og et uobserverbart led (ε).

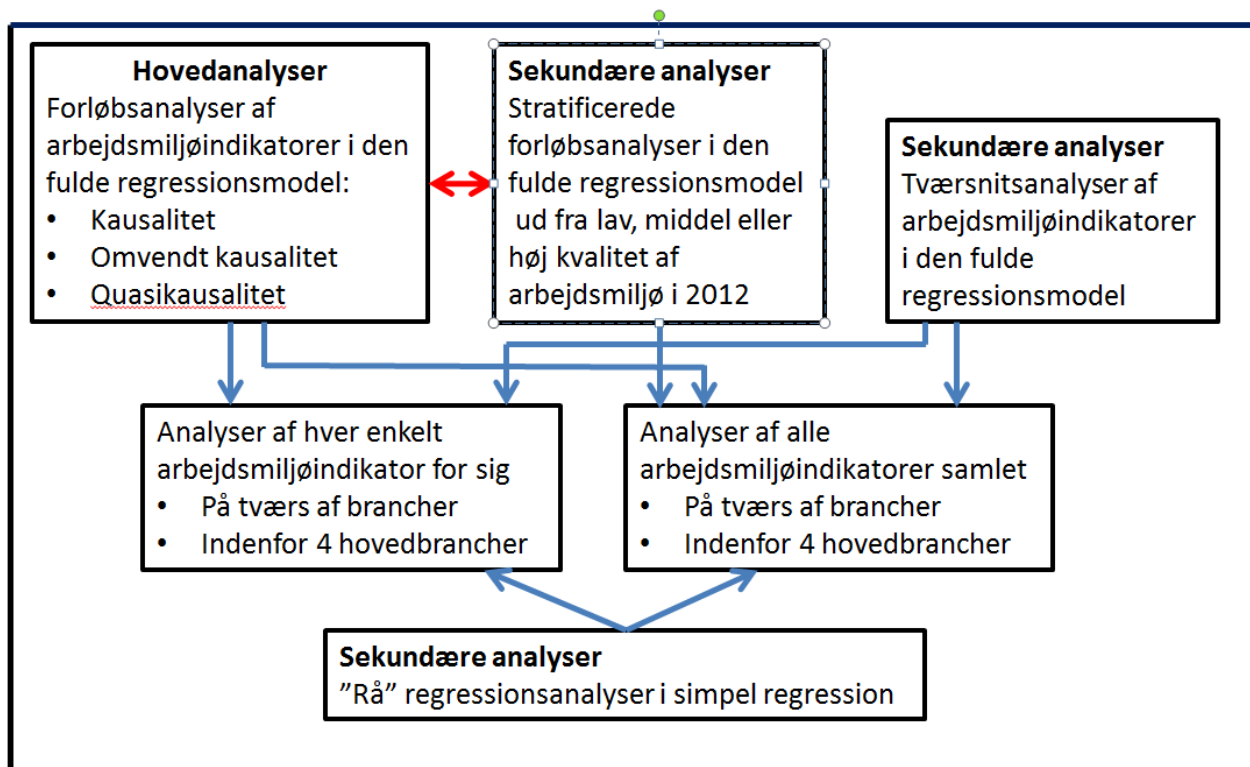
I regressionsanalyserne er virksomheder med negativ værditilvækst ekskluderet, fordi logaritmen til negative værdier ikke er defineret. I praksis drejer det sig om et ubetydeligt antal virksomheder.

Regressionsmodeller

I de statistiske analyser har vi anvendt lineær regression til at estimerer den lineære funktion. Parametrene β_2 og β_3 er estimater for kapitalintensitetens og arbejdskraftens betydning for produktiviteten. Parameteren δ er et estimat af betydningen af arbejdsmiljøet på produktivitet, mens parameteren γ er et estimat af betydningen af andre virksomhedsdeterminanter på produktiviteten.

Regressionsmodellen anvendes i lignende studier så som Black & Lynch (2001) og Buhai et al. (2017). Sammenlignet med de tidligere studier har nærværende projekt adgang til et stort og righoldigt datasæt, der giver særlige muligheder for specifikationen af regressionsmodellerne.

Figur A4.1. skitserer de forskellige elementer i analysestrategien.



Figur A4.1. De forskellige elementer i analysestrategien

Projektet hovedanalyser, der tester projektet primære hypoteser, er forløbsanalyser, hvor lineære sammenhænge mellem ændringer i arbejdsmiljø og ændring i produktivitet estimeres i den fulde regressionsmodel. Den fulde regressionsmodel betegner en model, hvor alle virksomhedsdeterminanter af produktivitet indgår (se senere).

Projektet har gennemført tre forskellige typer af sekundære analyser:

- Tværsnitsanalyser i den fulde regressionsmodel er gennemført primært som del af metodeudviklingen. Erfaringsmæssigt er det uhyre vanskeligt at påvise kausale sammenhænge i forløbsanalyser, og ingen har tidligere lykkedes med at gøre det. Tværsnitsanalyser er derfor gennemført for at belyse, om det overhovedet er muligt at påvise sammenhæng mellem en eller flere af de ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet, men tværsnitsanalyser kan ikke sige noget om karakteren af (underliggende forklaringer på) eventuelle sammenhænge.
- Stratificeret regressionsanalyser ud fra udgangsniveauet af kvaliteten af arbejdsmiljøet. I den fulde regressionsmodel har vi som udgangspunkt antaget en lineær sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet. Det er imidlertid potentielt muligt, at en sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet er afhængig af, om kvaliteten af arbejdsmiljøet fra starten har et lavt eller højt niveau. Vi har derfor nærmere undersøgt denne antagelse ved at gennemføre stratificerede regressionsanalyser for hver af de ni arbejdsmiljøindikator, idet virksomhederne deles i tre grupper ud fra skalaværdien af arbejdsmiljøindikatoren i 2012 (Lav = de ca. 1/3 af virksomheder som har de

laveste skalaværdier i 2012; Høj = de ca. 1/3 af virksomheder som har de højeste skalaværdier i 2012; Middel = de resterende ca. 1/3 af virksomheder).

- Rå regressionsanalyser. Det kan ikke på forhånd udelukkes, at de ni arbejdsmiljøindikatorer er korreleret med en eller flere af de virksomhedsdeterminanter af produktivitet, der anvendes i den fulde regressionsmodel. For at få et indtryk af, i hvilket omfang virksomhedsdeterminanterne påvirker en eventuel sammenhæng mellem arbejdsmiljø og produktivitet har vi gennemført "rå" regressionsanalyser af sammenhænge mellem de ni arbejdsmiljøindikatorer og produktivitet uden virksomhedsdeterminanter i regressionsmodellen.

Syv af de ni arbejdsmiljøindikatorer viser medium til høj korrelation. Hvis alle arbejdsmiljøindikatorer indgår samtidigt i den fulde regressionsmodel kan det vanskeliggøre fortolkning af resultaterne, fordi indikatorer med høj korrelation kan påvirke (udviske) hinanden eller endog fører til modsat fortegn i en samlet regressionsmodel. Vi har derfor valgt både at gennemføre regressionsanalyser for hver enkelt arbejdsmiljøindikator for sig og for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet. Herved for vi mulighed for at belyse, om de forskellige arbejdsmiljøindikatorer påvirker hinanden i den fulde regressionsmodel.

Endelig er hovedanalyser og flertallet af de sekundære analyser blevet gennemført på tværs af alle brancher og inden for hver af fire hovedbranchegrupper: 'Industri, råstof og forsyning' (651 virksomheder), 'Bygge og anlæg' (232 virksomheder), 'Handel og transport' (823 virksomheder), 'Erhvervsservice' (337 virksomheder). De fire hovedbranchegrupper viser distinkte forskelle i en række virksomhedskarakteristika, der vides at hænge sammen med produktivitet, fx virksomhedsstørrelse, medarbejdernes uddannelsesniveau, andel kvinder ansat, andel virksomheder med eksport mv. Det er således muligt, at analyser i de fire hovedbranchegrupper hver for sig vil afsløre interessante forskelle.

Definition af den fulde regressionsmodel

Kapital (K): Her anvendes alle tilgængelige oplysninger op virksomhedens anlægsaktiver, herunder materielle, immaterielle og finansielle.

Arbejdskraft (L): Antal ansatte kan være et upræcist mål for arbejdskraften, særligt i Danmark, hvor mange arbejder på deltid. Arbejdskraftproduktiviteten defineres også oftest, som værditilvækst pr. arbejdstime. Derfor vælger vi at anvende årsværk pr. virksomhed, som vi bedømmer er et mere præcis mål for arbejdskraften en antal ansatte.

Andre virksomhedskarakteristika (X): Her inddrages et antal kendte determinanter af produktivitet - Andel med faguddannelse, kort/mellemlang uddannelse og andel med lang videregående uddannelse; Andel med 4-10 års erfaring, med 11-20 års erfaring og over 21 års erfaring; Andel kvinder; Virksomhedens alder; Andel virksomheder med eksport; Andel virksomheder med flere arbejdssteder; Branche (vi har anvendt en opdeling af virksomheder på syv (ud af 10) hovedbranchegrupper. I regressionsanalyserne på tværs af brancher er indføjet en dummyvariable for hovedbranchegruppe, således at der tages højde for brancheforskelle).

Der kan være endogenitetsproblemer i hovedanalyserne (Fixed Effect modellen), hvis der fx er uobserverbare karakteristika, som varierer over tid, fx produktivitetsskock, eller omvendt kausalitet. En anden udfordring ved Fixed Effekt modellen er, at man udelukkende anvender variationen over tid inden for virksomhederne. Givet at arbejdsmiljø og værditilvækst er persistente variable, vil vi for nogle arbejdsmiljøindikatorer se meget lidt variation over tid, hvilket kan gøre det svært at påvise signifikante effekter.

2 trin system GMM

I litteraturen er der udviklet en metode – system GMM, som korrigerer for endogenitetsproblemerne, og som anvender både variation over tid og mellem virksomheder. Metoden er udviklet af bl.a. Arellano & Bover (1995) samt Blundell & Bond (1998, 2000). Metoden tager udgangspunkt i et system af momentbetingelser og anvender værdier fra tidligere (både niveau og differencer) som instrumenter for de input i produktionsfunktionen, der kan være endogenitetsproblemer med (kapital, arbejdskraft og arbejdsmiljø). Dermed undgås disse endogenitetsproblemer.

Udfordringen med system GMM er, at man som udgangspunkt skal bruge mindst tre perioder for at estimere effekten. Vi har kun observationer for arbejdsmiljø i to perioder. Resten af vores variable observerer vi dog i hele perioden 2010-2014. Af denne grund anvendes samme tilgang som i Black & Lynch (2001) samt Buhai et al. (2017), hvor effekten estimeres i to trin:

Trin 1: Produktivitetfunktionen med alle de potentielt endogene variable estimeres i system GMM. Dermed undgås bias i disse koefficienter. I vores model indgår følgende endogene forklarende variable: årsværk, anlægsaktiver (herunder materielle, immaterielle og finansielle), andel med faguddannelse, andel med kort/mellemlang/lang videregående uddannelse,² gns. antal års erfaring i virksomheden.³ Derudover inkluderes branche-år-dummies efter samme princip som Buhai et al. (2017).

Trin 2: Den uforklarede variation fra trin 1 (fejlleddet) anvendes som afhængig variabel i en regression, som indeholder eksogene variable og arbejdsmiljøvariable. I vores model indgår følgende forklarende variable: virksomhedens alder, eksportvirksomhed, virksomhed med flere arbejdssteder, branche, arbejdsmiljø.

Udfordringen med denne metode er, at den kun korrigerer for endogenitetsproblemer med kapital og arbejdskraft og ikke med arbejdsmiljø, som er det, vi er mest interesseret i. Vi vurderer derfor ikke, at metode væsentligt forbedrer vores analyse, og vi har derfor valgt kun at vise resultater fra system GMM-analyser på tværs af brancher i indeværende rapport.

Imputering

Nogle respondenter har besvaret alle de spørgsmål i spørgeskemaet, som vi anvender i analyserne, mens andre respondenter har besvaret nogle af spørgsmålene, men undladt at besvare andre. Formodningen er, at det ikke er tilfældigt, hvem der besvarer eller ikke besvarer alle spørgsmål, og den formodning er opfyldt i denne undersøgelse. Vi har gennemført analyser, hvor de manglende besvarelser er tildelt den gennemsnitlige værdi af alle besvarelser, og hvor vi samtidigt inkluderer en indikator (dummy) for manglende besvarelse. Koefficienterne til indikatorerne er systematisk negative, hvilket indebærer, at de respondenter, som ikke besvarer alle spørgsmål, i gennemsnit er ansat i virksomheder med lavere produktivitet, betinget på alle andre variable, der indgår i analyserne.

Vi har valgt at præsentere resultater, hvor vi har "imputeret" værdien af manglende besvarelser. Fremgangsmåden er den, at besvarelserne opdeles efter brancher. Hvis der mangler besvarelse på et spørgsmål fra en respondent, fyldes den manglende besvarelse ud med besvarelsen hos en anden respondent i branchen, hvor denne respondent trækkes tilfældigt. Resultaterne af de præsenterede analyser med imputering for manglende besvarelser er næsten de samme som resultaterne af den ovenfor nævnte analyse, hvor de manglende besvarelser fik tildelt gennemsnitsværdien, og hvor der i regressionerne indgik en dummy for manglende besvarelse.

² Når GMM køres med separat andel for kort/mellemland og lang videregående uddannelse, viser Sargan tests, at instrumenterne ikke er eksogene, derfor anvendes en aggregeret andel her.

³ Når GMM køres med erfaringsvariablene fra hovedmodellen, viser Sargan tests, at instrumenterne ikke er eksogene, derfor anvendes her i stedet gns. antal års erfaring.

Et alternativet til imputering er at undlade at medtage de respondenter, der ikke har besvaret alle spørgsmål. I vores tilfælde ville dette indebære, at vi skulle undlade at medtage ca. 30 procent af respondenterne, som i betydeligt omfang er ansat på lavproduktive virksomheder. Resultaterne af en sådan analyse vil med betydelig sandsynlighed være mere skæve end de gennemførte analyser med imputering. Det er i det mindste konklusionen på den omfattende statistiske litteratur om behandlingen af "missing values" ved analyser af besvarelser af spørgeskemaer (Referencer). Til udarbejdelsen af rapporten har vi valgt én af de mere klassiske og simple varianter af de forskellige metoder til imputering af manglende besvarelser.

I data fra Danmarks Statistik er regnskabstal for en del især mindre virksomheder ligeledes blevet imputeret (dvs. at manglende data er blevet udfyldt ved at trække værdien fra tilsvarende virksomheder på baggrund af en række baggrundskarakteristika omkring virksomhederne). For at opnå en større statistisk styrke, har vi valgt at bevare virksomheder med imputerede regnskabstal i analyserne. Dette er gængs praksis i meget af den eksisterende litteratur, og det er nødvendigt for at kunne lave separate analyser for de forskellige brancher. Dette introducerer dog en risiko for skævhed i resultaterne, da der er tale om en målefejl i den afhængige variabel, og målefejlen forventes at være korreleret med en af de forklarende variable (virksomhedsstørrelse).

Normalisering af variable til middelværdi = 0 og spredning 1

For at lette fortolkningen af resultaterne har vi normaliseret arbejdsmiljøindikatorer og arbejdsmiljøfaktorer, så de har et gennemsnit på nul og en standardafvigelse på én. Det er disse indeks, der indgår som forklarende variable i regressionsanalyserne. I den beskrivende statistik, tabel 4.0.1 fremgår det, at de fleste indeks er dannet på baggrund af svar på spørgsmål, som har en skala fra ét til fem. Undtagelsen er spørgsmålet om fysisk anstrengelse, som har en skala fra nul til ti. Uden normering ville man kun med besvær kunne sammenligne størrelsen af koefficienterne til de forskellige arbejdsmiljøindeks i regressionsanalyserne. Fremgangsmåden ville være, at læseren skulle dividere koefficienterne i regressionsanalyserne med de standardafvigelser, som står opført i kolonne to og fire i tabel 4.0.1. Det er det, vi har gjort på forhånd, således at størrelsen af koefficienterne i regressionsanalyserne umiddelbart kan sammenlignes, uanset hvilken skala de er målt på. Fremgangsmåden er standard i litteraturen.

Appendiks 5

Udvalgte eksempler på anvendelsen af de statistiske modeller

Tabel A5.1. Tværsnitsanalyser

Tværsnitsanalyser 2014 for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet i

- Regressionsmodel uden virksomhedsvariabler
- Regressionsmodel med virksomhedsvariabler (den fulde regressionsmodel).

Tabel A5.2 GMM-analyser

Tabel A5.2-1 Regressionsresultater fra Arellano-Bond system GMM (trin 1)

Tabel A5.2-2 Regressionsresultater fra GMM (trin 2).

Tabel A5.3 Kausal sammenhæng

Ændring i AH2012-2014 versus ændring i værditilvækst 2013-2015. Alle arbejdsmiljøindikatorer analyseret samlet i

- Regressionsmodel uden virksomhedsvariabler
- Regressionsmodel med virksomhedsvariabler (den fulde regressionsmodel).

Tabel A5.1. Tværnitsanalyser

Tværnitsanalyser 2014 for alle ni arbejdsmiljøindikatorer samlet i

Regressionsmodel uden virksomhedsvariabler

Regressionsmodel med virksomhedsvariabler (den fulde regressionsmodel)

	Uden virk. variabler	Med virk. variabler
Prioritering af arbejdsmiljøet	0.072*** (0.016)	0.049*** (0.015)
Sikkerhedskultur	0.006 (0.014)	0.01 (0.012)
Kvantitative krav	-0.015 (0.013)	-0.011 (0.012)
Ledelse	0.014 (0.018)	0.007 (0.013)
Rolleklarhed	0.003 (0.015)	0.007 (0.013)
Indflydelse	0.004 (0.012)	-0.008 (0.011)
Retfærdighed	-0.112*** (0.017)	-0.049*** (0.015)
Kollegial støtte	0.009 (0.011)	0.001 (0.010)
Fysisk anstrengelse i arbejdet	0.122*** (0.011)	0.041*** (0.011)
Log(anlægsaktiver/årsværk)		0.109*** (0.010)
Log(årsværk)		0.013 (0.010)
Andel faglærte		0.068 (0.077)
Andel kort/mellemlang uddannelse		0.373*** (0.104)
Andel lang videregående uddannelse		1.012*** (0.123)
Andel over 20 års erfaring		0.127 (0.080)
Andel 11-20 års erfaring		0.210** (0.093)
Andel 4-10 års erfaring		-0.285 (0.238)
Andel kvinder		-0.181*** (0.051)
Virksomhedens alder/10 (afvigelse fra gns.)		0.004 (0.009)
Virksomhedens alder/10 i anden (afvigelse fra gns.)		-0.002 (0.001)
Eksportvirksomhed (1=eksport, 0=ingen eksport)		0.044* (0.026)
Virksomhed med flere arbejdssteder (1=flere steder, 0=kun ét sted)		-0.059** (0.028)
Branche dummies		Ja
Konstant		5.631*** (0.083)
R2		0.328
Antal observationer	2111	2111

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Kilde: Danmarks Statistik

Tabel A5.2-1 GMM-analyser

Regressionsresultater fra Arellano-Bond system GMM (trin 1)

	GMM Trin 1
Log(anlægsaktiver/årsværk)	0.078***
	(0.015)
Log(årsværk)	-0.007
	(0.053)
Andel faglærte	-0.158
	(0.244)
Andel kort / mellemlang / lang videregående uddannelse	0.231
	(0.238)
Gns. erfaring i virksomheden	-0.004
	(0.010)
Andel kvinder	0.294
	(0.288)
Branche-år-dummies	Ja
Konstant	6.166***
	(0.369)
Antal observationer	10555
Sargan test	$\chi^2(48) = 15.73$ (p=1.00)
Hansen test	$\chi^2(48) = 30.52$ (p=0.977)
Autokorrelation af første grad	z = -1.03 (p=0.30)
Autokorrelation af anden grad	z = 0.95 (p=0.34)

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

Der er anvendt maksimalt antal lags inden for perioden 2010-2014, resultatet ændres ikke markant af at begrænse antallet af lags.

Kilde: Danmarks Statistik

Tabel A5.2-2 GMM-analyser

Regressionsresultater fra GMM (trin 2) for alle arbejdsmiljøindikatorer analyseret samlet

	GMM trin 2
Prioritering af arbejdsmiljøet¹	0.075***
	(0.017)
Sikkerhedskultur¹	0.006
	(0.014)
Kvantitative krav¹	-0.016
	(0.012)
Ledelse¹	0.007
	(0.015)
Rolleklarhed¹	-0.004
	(0.017)
Indflydelse¹	0.014
	(0.012)
Retfærdighed¹	-0.087***
	(0.018)
Kollegial støtte¹	0.003
	(0.011)
Fysisk anstrengelse i arbejdet¹	0.066***
	(0.011)
Virksomhedens alder/10	0.023***
(afvigelse fra gns.)	(0.008)
Virksomhedens alder/10 i anden	-0.006***
(afvigelse fra gns.)	(0.001)
Eksportvirksomhed	0.132***
(1=eksport, 0=ingen eksport)	(0.027)
Virksomhed med flere arbejdssteder	-0.048**
(1=flere steder, 0=kun ét sted)	(0.019)
Branche dummies	Ja
Konstant	-0.218***
	(0.033)
R2	0.406
Antal observationer	2111

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

1) I analyserne er anvendt gennemsnit for værdi i AH2012 og AH2014

Kilde: Danmarks Statistik

Tabel A5.3 Kausal sammenhæng

Ændring i AH2012-2014 versus ændring i værditilvækst 2013-2015.

Alle arbejdsmiljø-indikatorer analyseret samlet i

Regressionsmodel uden virksomhedsvariabler

Regressionsmodel med virksomhedsvariabler (den fulde regressionsmodel)

	Kausal sammenhæng uden virk. variabler	Kausal sammenhæng Med virk. variabler
Prioritering af arbejdsmiljøet	-0.005	0
	(0.009)	(0.009)
Sikkerhedskultur	-0.002	-0.004
	(0.008)	(0.008)
Kvantitative krav	-0.009	-0.007
	(0.009)	(0.009)
Ledelse	0.018*	0.012
	(0.011)	(0.010)
Rolleklarhed	-0.002	-0.004
	(0.009)	(0.008)
Indflydelse	-0.015*	-0.015*
	(0.009)	(0.008)
Retfærdighed	-0.005	-0.006
	(0.009)	(0.009)
Kollegial støtte	-0.003	-0.001
	(0.009)	(0.008)
Fysisk anstrengelse i arbejdet	0.025**	0.029**
	(0.011)	(0.011)
Log(anlægsaktiver/årsværk)¹		0.066***
		(0.012)
Log(årsværk)¹		-0.231***
		(0.051)
Andel faglærte		-0.132
		(0.102)
Andel kort/mellemlang uddannelse		-0.122
		(0.169)
Andel lang videregående uddannelse		-0.042
		(0.247)
Andel over 20 års erfaring		0.127
		(0.094)
Andel 11-20 års erfaring		0.211**
		(0.093)
Andel 4-10 års erfaring		0.044
		(0.101)
Andel kvinder		-0.001
		(0.124)
Eksportvirksomhed		-0.007
(1=eksport, 0=ingen eksport)		(0.030)
Virksomhed med flere arbejdssteder		-0.003
(1=flere steder, 0=kun ét sted)		(0.035)
Branche dummies		Nej
Konstant		6.889***
		(0.225)
R2		0.107
Antal observationer		4366

Note: Robuste standardfejl i parentes. * 10 pct. signifikans, ** 5 pct. signifikans, *** 1 pct. signifikans.

1) Kapital (anlægsaktiver/årsværk) og arbejdskraft (årsværk) mål 2013 og 2015

Kilde: Danmarks Statistik

