



Robotteknologi til Byggebranchen

En antropologisk undersøgelse af robotteknologiens potentialer og begrænsninger i den danske byggebranche

Indholdsfortegnelse

1. INTRODUKTION	4
Baggrund	4
Begrebsafklaring	6
Målgruppen for rapporten	8
Opbygning af rapporten	9
2. METODE.....	10
Beskrivelse af informanterne og anonymisering	11
3. UDVIKLINGEN AF ROBOTTER TIL BYGGEBRANCHEN	13
Robotudviklernes forventninger til robotteknologi i byggebranchen	13
Forbedret arbejdsmiljø	13
Øget produktivitet og effektivitet	14
Øget kvalitet og kreativitet	16
Professionel faglig rolle under forandring	17
Udfordringer i forbindelse med udvikling af robotteknologi til byggebranchen	19
”Støj”	20
Prototypiske byggerier	22
Fremdrift fremfor langsommelighed	23
Menneskelig omhyggelighed og opbakning	23
Brugernes tavse og usynlige kropslige viden	24
4. ARBEJDET PÅ BYGGEPLADSEN	26
Forventninger til robotteknologi i byggebranchen: Åbenhed og fravær af modstand	26
Fysisk aflastning og effektivisering	27
Professionel identitet og stolthed	30
Udfordringer i forbindelse med anvendelse af robotteknologi på byggepladsen	31
Tidspres udfordrer	31
Trang plads og planlægning udfordrer	33
Professionelt hånddelag og faglig vurdering	37
Utilpassede elementer	38

Det billigste tilbud	38
Svært at få testet ny teknologi	39
5. ANBEFALINGER OG VIDERE PERSPEKTIVER.....	40
Anbefalinger.....	40
Videre perspektiver	41
Kompetenceudviklingsbehov	41
Implementeringsudfordringer	41
Implementeringseffekter.....	42
Normdannelse	42
Kulturel og global dimension	42
LITTERATURLISTE	44

1. Introduktion

Baggrund

Denne rapport er en del af projektet *Værdi-kædereaktion* der gennemføres i et samarbejde mellem de tre innovationsnetværk InnoBYG, RoboCluster og BrandBase.¹ Projektet er støttet af Industriens Fond og har i alt modtaget en bevilling på 1.300.000,- kr. i en etårs projektperiode.

Målet med projektet er at klarlægge og formidle viden om en række af de udfordringer, der ligger i at udvikle og markedsføre robotteknologiske løsninger til potentielle købere. Projektets primære fokus er at bidrage til forbedring af produktudvikling og branding gennem øget brugerinddragelse blandt små og mellemstore virksomheder i den danske robotindustri. Hermed søger projektet at igangsætte øget anvendelse af robotteknologi flere steder i det danske erhvervsliv. Det sker ud fra antagelsen om, at øget brugerinddragelse inden for robotindustrien kan bidrage til at gøre virksomhederne bedre til at ramme potentielle kunders behov og efterspørgsel.

Projektet tager udgangspunkt i byggebranchen, hvor behovet for forbedret arbejdsmiljø og øget produktivitet har stået højt på agendaen i årevis. Trods mange års arbejde med at forbedre arbejdsmiljøet i den danske byggebranche udgør hårdt fysisk arbejde således stadig en stor del af det daglige arbejde.² Ansatte i byggebranchen løfter således dagligt tunge elementer, håndterer store maskiner eller arbejder i anstrengende arbejdsstillinger, og ifølge en række undersøgelser betyder dette, at hovedparten af de ansatte dagligt oplever, at have smerter i forskellige dele af kroppen (Videnscenter for Arbejdsmiljø 2016). Dertil kan tilføjes, at for arbejdsulykker med mindst tre ugers forventet arbejdsudygtighed ses nogle af de højeste ulykkesincidenser inden for bygge- og anlægsbranchen (Arbejdstilsynet 2015: 13-14). Ifølge en ny undersøgelse foretaget af Videnscenter for Arbejdsmiljø (2016), koster dette ikke alene dyrt for virksomheden og for samfundet som helhed i form af sygefravær, tabt arbejdsfortjeneste og en øget risiko for førtidspension. Det har også konsekvenser på det personlige plan, hvor omsorgen for kroppen ofte tilsidesættes af hensyn til den gældende norm om høj produktivitet, konkurrencedygtighed, lavt sygefravær og jobsikkerhed (Videnscenter for Arbejdsmiljø 2016). Byggebranchen er samtidig en sektor som forskere fra Oxford Universitet i England for nyligt har vurderet vil være blandt de største aftagere af nye robotteknologiske løsninger inden 2034 (Smith et al. 2016: 12). Men selvom sådanne spådomme adresserer de mange tunge løft og de ensidige, gentagne bevægelser som de oplagte områder at automatisere ved hjælp af robotteknologi, er antallet af robotter i den danske byggebranche i dag forsvindende lille (Elfving 2011:

¹ For beskrivelse af de tre innovationsnetværk, se afsnit 'Målgruppen for rapporten', side 8

² Videnscenter for Arbejdsmiljø 2016, se http://www.arbejdsmiljoviden.dk/Nyt/Nyheder/2016/November/28_Sundhed-paa-spil-i-byggebranchen

13; Foreningen af Rådgivende Ingeniører 2016; Mortensen 2014: 8). Byggesektoren beskrives ikke alene som en der ikke er kendt for at være først med ny teknologi (Foreningen af Rådgivende Ingeniører 2016). Den har også et notorisk ry for at være en konservativ og traditionsbundet branche, der benytter sig af de metoder, man har brugt igennem de sidste mange hundrede år.³ En sådan konservatisme og traditionsbundenhed har tilsyneladende bevirket, at ændringer og forandringer har været svære at implementere i en byggebranche, hvor innovation og udvikling ikke har været på højde med andre brancher (Elfving 2011: 78). Til trods for at de første robotteknologiske løsninger så småt er ved at være klar til at gøre deres entré på danske og udenlandske byggepladser som del af en bredere digitalisering i byggebranchen, præget af anvendelsen bl.a. 3D-print, droner, digital opmåling og digitale bygningsmodeller (Smith et al. 2016)⁴, er den faktiske anvendelse af robotter således stort set ikke-eksisterende på de danske byggepladser. Der ligger derfor fortsat et uudnyttet potentiale i udviklingen og anvendelsen af nye robotteknologiske løsninger, der kan fremme effektivitet og produktivitet i byggebranchen (InnoBYG & RoboCluster 2016;⁵ Foreningen af Rådgivende Ingeniører 2016).

Dette projekt udspringer af denne problematik, og har netop til formål at undersøge nogle af de potentialer og udfordringer, der knytter sig til udviklingen og anvendelsen af robotteknologi i byggebranchen. For at få en forståelse herfor tager projektet afsæt i en antropologisk undersøgelse, dels blandt danske robotudviklere, dels blandt håndværkere på en række danske byggepladser. I denne undersøgelse, som er udført af Antropologisk Analyse ved Institut for Antropologi på Københavns Universitet, har projektet således opbygget viden om en række danske robotudviklingsvirksomheder; både om deres visioner og forventninger til løsningens virke og om de udfordringer og barrierer, der optræder i forbindelse med at udvikle og implementere løsningen. Herudover har projektet fulgt hverdagen på tre forskellige byggepladser blandt udførende håndværkere: stålarbejdere, smede, murere og tømrere. Med udgangspunkt i etnografisk feltarbejde er formålet hermed at forstå håndværkernes hverdagslige praksis på byggepladsen. Med feltarbejde forstås således, at antropologen tager ud og opholder sig i den virkelighed, som folk – i dette tilfælde håndværkere – arbejder i. Her er det desuden centralt, at antropologen så vidt muligt deltager i og observerer den dagligdag, som folk arbejder i. Disse feltarbejder på byggepladserne har skabt indsigt i hvordan håndværkere opfatter robotteknologiens indtog i byggebranchen. Der er desuden skabt viden om håndværkernes praktiske hverdag og om de kontekstuelle vilkår, som robotteknologiske

³ En sådan beskrivelse af byggebranchen kom tilbage i år 2000 også til udtryk i By- og Boligministeriet og Erhvervsministeriet som i en rapport beskrev branchen som, '... et udpræget hjemmemarkedserhverv, der ikke udvikler sig i samme takt som andre erhverv' (By- og Boligministeriet og Erhvervsministeriet 2000). På samme måde argumenterer Akademiet for de tekniske videnskaber at, 'Byggeerhvervet er i sin natur meget traditionsbundet' (Akademiet for de tekniske videnskaber 2009).

⁴ Se også artikel i Ingeniøren 2015, <https://ing.dk/artikel/robotter-og-vr-briller-er-byggesjakkets-nye-medlemmer-180852>

⁵ Se <https://www.innobyg.dk/media/70480/artikel%20-%20robotter%20og%20droner%20kan%20forny%20byggebranchen.pdf>

løsninger skal kunne arbejde under. De indsamlede empiriske data er blevet analytisk bearbejdet med henblik på at kortlægge udfordringer og potentialer i forbindelse med udvikling og anvendelse af robotteknologi i byggebranchen. Det samlede feltarbejde er grundlaget for denne rapport og i de følgende afsnit vil resultaterne herfra blive uddybet. Disse resultater skal desuden danne grundlag for afholdelsen af tre workshops med centrale aktører i byggebranchen og robotindustrien. Hertil skal rapporten fungere som udgangspunkt for udarbejdelse af en innovationsguide, der skal vejlede små og mellemstore virksomheder i, hvordan man udvikler robotteknologiske løsninger med brugeren i centrum. Formålet hermed er, at understøtte branchernes muligheder for fremtidigt samarbejde omkring robot- og automatiseringsløsninger til byggeriet.

Begrebsafklaring

Imens robotter i stigende grad er blevet anvendt inden for industriel produktion gennem de seneste 30-40 år, forudser danske såvel som internationale fremtidsforskere og beslutningstagere, at robotteknologi vil spille en helt central rolle for udviklingen i det 21. århundrede. EU's strategiske forskningsagenda, som danner grundlag for robotbaserede forskningsmidler, fastslår eksempelvis:

Robotics Technology will become dominant in the coming decade. It will influence every aspect of work and home. Robotics has the potential to transform lives and work practices, raise efficiency and safety levels, provide enhanced levels of service and create jobs. Its impact will grow over time as will the interaction between robots and people (EU kommissionen 2013).

Som dette citat antyder, udvikles robotter ikke længere alene til at løse opgaver inden for industriel produktion. I starten af 1990'erne skete der således et paradigmeskift i robotudviklingen, der gjorde at den forskningsmæssige indsats i langt højere grad begyndte at fokusere på robotter til at løse opgaver uden for produktionsmiljøerne (Hansen 2015: 6). Imens robotudviklere i dag arbejder på at gøre robotterne intelligente, autonome, samarbejdende og lige så fleksible som mennesker, bliver robotter også i stigende grad anvendt på områder, som tidligere var utænkelige, såsom sundhedssektoren, plejesektoren, i private hjem og i militæret.

Til trods for denne udvikling er der ingen konsensus om, hvad der kvalificerer en maskine til at være en robot (Hansen & Fredslund 2015: 12). Ifølge leksikonet Encyclopedia Britannica er en robot enhver maskine, der erstatter menneskelig indsats, også selvom den ikke ligner et menneske i funktion eller form. Mens en robot i denne forståelse bliver noget så velkendt som en kaffemaskine eller en opvaskemaskine, adskiller definitionen, der fremføres i den amerikanske ordbog Merriam-Webster, sig væsentligt herfra. Her beskrives en robot som 'a machine that looks like a human being and performs various complex acts (as walking or talking) of a human being'. Ifølge denne definition er det altså centralt, at maskinen ligner et

menneske både i form og funktion (Hansen & Fredslund 2015: 29). En tredje definition, der ligeledes kan findes i Merriam-Webster, er 'a device that automatically performs complicated often repetitive tasks'. Her er udseendet af robotten underordnet. Når blot maskinen udfører noget kompliceret eller rutinepræget arbejde, såsom tilfældet eksempelvis er for de maskiner, der arbejder i industrien med at svejse biler på samlebånd, kan den forstås som en robot.

Ifølge robotforskerne Søren Tranberg Hansen og Jakob Fredslund (2015) kompliceres begrebet yderligere af, at når først en robot bliver accepteret som en maskine, vi kan bruge, kaldes den ikke længere en robot (Hansen & Fredslund 2015: 30). I det perspektiv er en robot kun en robot, så længe den er en prototype. En robot indebærer således noget nyt og uprøvet, og så snart den kommer ud i 'virkeligheden', og mennesker vænner sig til teknologien, bliver den blot en maskine som så mange andre (ibid: 30). Hertil kan tilføjes, at begrebet ofte bruges om noget rent virtuelt og ikke-fysisk som eksempelvis chat-robotter og søgerobotter (ibid: 29). Fjernstyrede enheder bliver også ofte omtalt som robotter, om end det stadig diskuteres hvorvidt eksempelvis droner skal kategoriseres som robotter, da de ikke kan fungere uden en menneskelig operatør (ibid: 12).

Trods denne række af modsatrettede begrebsdefinitioner argumenterer Hansen og Fredslund alligevel for, at der dog er generel enighed om, at robotter kan forstås som maskiner, der skal have en eller flere af følgende egenskaber: Kunne flytte sig selv; bevæge et eller flere kunstige led samt sanse og manipulere sine omgivelser og/eller udvise intelligent adfærd - eksempelvis ved at udvise adfærd, der efterligner dyrs eller menneskers (ibid: 12). En sådan forståelse læner sig op af den definition, der fremlægges i innovationsnetværket RoboCluster, som arbejder for at udvikle og implementere robotteknologi gennem samarbejde mellem vidensinstitutioner og private virksomheder: 'En robot kan defineres som en programmerbar maskine med manipulatorer og sensorer, der ved interaktion med sine omgivelser autonomt kan udføre en mangfoldighed af opgaver'⁶. De to ord, sensor og manipulatorer, også kaldet aktuatorer, er således med til at beskrive en robots relation til sin omverden: Via sensorer sker der en påvirkning fra omverden til robot, og via aktuatorer sker der en påvirkning fra robot til omverden (Hansen & Fredslund 2015: 44).

Når der efterfølgende refereres til robotter i denne rapport, handler det altså om de maskiner, som kan registrere og måle sine omgivelser via små apparater, såkaldte sensorer, forholde sig til den omkringliggende verden, og endelig gøre et eller andet via aktuatorer i det fysiske rum i forhold til den funktion, som robotten har (Hansen 2015: 7). En sådan definition indeholder også semiautomatiserede og kollaborative robotløsninger, som i mange sammenhænge benævnes 'CoBots'⁷. CoBots er således en sammentrækning af

⁶ <http://robocluster.dk/hvad-er-en-robot.aspx>

⁷ Se eksempelvis <https://www.teknologisk.dk/ydelser/fem-grunde-til-at-overveje-cobots-i-din-produktion/37809>

de engelske ord 'collaborative' (samarbejdende) og 'robots', og dækker over en række arbejdsituationer, hvor robotter arbejder tæt sammen med mennesker. Det afgørende her er, at robotløsningen ikke er fuldautomatisk. Robotten overlader snarere en vis andel af de delprocesser, der teknologisk set er vanskelige at håndtere, til en menneskelig operatør. På den måde sørger løsningen eksempelvis for, at udføre det hårde arbejde med tunge løft eller mange ensformige gentagelser, imens en operatør varetager de arbejdsopgaver, der kræver mere afveksling og snilde (Teknologisk Institut 2017).⁸

Målgruppen for rapporten

Målgruppen for denne rapport er først og fremmest bestillerne af undersøgelsen, det vil sige innovationsnetværkene BrandBase, RoboCluster og InnoBYG, som sammen har ønsket en antropologisk undersøgelse af de potentialer og udfordringer, der knytter sig til udviklingen af robotteknologiske løsninger til byggebranchen. De tre netværk er alle støttet af Styrelsen for Institutioner og Uddannelsesstøtte og har det til fælles, at de samler centrale aktører og kompetencer indenfor en række forskellige områder. Innovationsnetværket *BrandBase* arbejder tværfagligt med vidensfeltet, som er centrale for værdiskabelsen i alle virksomheder uanset branche. BrandBase betragter branding som en strategisk disciplin, der bør gennemsyre hele værdikæden, med henblik på at udvikle unikke selling points hele vejen fra produktudvikling til kommunikation. BrandBase anvender antropologi som redskab til at få nuanceret, struktureret og anvendelig indsigt i kontekstuelle forhold, som kan rumme værdiskabende potentialer. Denne tilgang kan levere væsentlige input til innovative brandingstrategier, ikke mindst på B2B markedet, hvor en forståelse af både produktet og rammen omkring det ofte er altafgørende for beslutningstagerne. BrandBase bidrager derfor til projektet med at introducere og eksemplificere dette perspektiv på strategisk branding og værdikædeinnovation overfor de involverede virksomheder. *RoboCluster* er ligeledes et nationalt innovationsnetværk, der samler de danske kompetencer inden for forskning, udvikling og design af robotteknologi. Netværket giver sine medlemmer ny viden om robotteknologi, automation og intelligente løsninger og services til indsatsområder med stor politisk og udviklingsmæssig bevågenhed. RoboCluster deltager i projektet Værdi-Kædereaktion, fordi viden om hvordan man udbreder robotteknologi i flere dele af erhvervslivet er et relevant tema for robotbranchen. Endelig er *InnoBYG* byggebranchens innovationsnetværk for bæredygtigt byggeri. InnoBYG skaber, samler og sætter ny viden om bæredygtigt byggeri i spil i byggeriet, på tværs af aktører og med tæt inddragelse af byggebranchens kunder. InnoBYG deltager i projektet, fordi viden om fremtidens robotteknologi er et relevant tema for byggebranchen. Fælles for de tre netværk er, at det er gratis at være medlem og medlemmer inviteres blandt andet med til diverse

⁸ For eksempler på CoBots se Teknologisk Institut: <https://www.teknologisk.dk/ydelser/fem-grunde-til-at-overveje-cobots-i-din-produktion/37809>

arrangementer,⁹ modtager nyhedsbreve og kan ansøge om mulighed for at indgå i innovationsprojekter af forskellig karakter.

Udover den ovenfor beskrevne målgruppe indikerer interesse fra blandt andet entreprenører, rådgivere og byggeriets organisationer, at rapporten kan finde en bredere læseskare.

Opbygning af rapporten

Rapporten er delt op i fem dele. I rapportens næste del, *'Metode'*, udfoldes det metodiske udgangspunkt for den indledende kortlægning og det antropologiske feltarbejde. Den tredje del, *'Udviklingen af robotter til byggebranchen'*, tager udgangspunkt i robotudviklernes arbejde med at udvikle robotteknologi til byggebranchen og udfolder således de visioner og forventninger, som knytter sig hertil blandt danske robotudviklere. Endvidere fokuseres der på de udfordringer, som robotudviklere oplever i forbindelse med at udvikle og implementere de nye teknologier i byggebranchen. I rapportens fjerde del, *'Arbejdet på byggepladsen'*, er byggepladserne og således håndværkernes praktiske arbejde og forestillinger om robotteknologi omdrejningspunkt for analysen. Endelig giver rapportens sidste del, *'Anbefalinger og videre perspektiver'*, en række anbefalinger og forslag til videre arbejde på området.

⁹ Såsom workshops, konferencer, seminarer og studieture.

2. Metode

Undersøgelsesarbejdet har bestået af tre dele: 1) Foranalyse, 2) Interviews med robotudviklere og 3) Feltarbejde på byggepladserne. I første del er robotteknologiens indtog i byggebranchen blevet kortlagt. Ved hjælp af desktop research, søgninger på internettet og i videnskabelige databaser, deltagelse i konference samt læsning af nyhedsbreve, faglitteratur og andet relevant baggrundsmateriale er der opnået et indblik i, hvilke robotteknologiske løsninger, der er udviklet til byggebranchen i dag. Desuden er der skabt indblik i, hvilke typer af arbejdsopgaver og problemstillinger teknologierne adresserer. På baggrund af forundersøgelsen, og i dialog med centrale aktører i det danske robotnetværk og i byggebranchen, blev relevante informanter udvalgt.

I undersøgelsens anden del er der dels gennemført fire kvalitative interviews med udviklere i små og mellemstore virksomheder, der alle arbejder med at udvikle robotteknologiske og digitale løsninger til byggebranchen. Disse interviews har givet mulighed for, at udviklere kunne præsentere deres erfaringer med at udvikle teknologi, hvilket gav brugbare data i forhold til de visioner, potentialer og udfordringer, der knytter sig til udviklingen og anvendelsen af robotteknologi og digitale løsninger i byggebranchen. I alt blev tre udviklere interviewet på deres arbejdspladser, imens der blev gennemført ét telefoninterview. Der blev desuden gennemført ét interview med en udvikler i en virksomhed, som udvikler, opbygger og servicerer automations- og robotløsninger til et bredt udvalg af brancher; ét interview med en direktør for en materieludlejningsvirksomhed og ét ekspertinterview med en robotforsker. Virksomheden der udvikler robotter til en bredt udvalg af brancher blev inddraget i undersøgelsen for at få indsigt i, hvordan der kan arbejdes hermed, imens materieludlejningsvirksomheden blev inddraget for at få indsigt i, hvordan sådanne virksomheder opfatter deres rolle og ser et marked i udlejning af nye robotteknologiske løsninger til byggebranchen. Endelig har robotforskeren bidraget med generel viden om den robotteknologiske scene i Danmark. Alle interviews havde en varighed på 1- 1 ½ time, og i de fleste tilfælde ledte interviewet på udviklernes arbejdspladser også ofte til en rundvisning og demonstration af den pågældende robotteknologiske løsning.

Endelig er der i den tredje del af undersøgelsen gennemført feltarbejde på tre forskellige byggepladser blandt udførende håndværkere: stålarbejdere, murere og tømrere. Dette feltarbejde fandt sted i perioden fra december 2016 til januar 2017, og har ligeledes inkluderet samtaler med smede, arbejdsmiljørepræsentanter og byggeledere på byggepladserne. I feltarbejdet blev der anvendt deltagerobservation og uformelle samtaler som metode. Deltagerobservation indebærer, at antropologen så vidt muligt tager del i folks liv ved at deltage og observere den hverdag, som folk lever og arbejder i (Hastrup 2003). I den forbindelse har antropologen, i det omfang det var muligt, deltaget i arbejdet på byggepladserne, imens der løbende er blevet taget noter fra konkrete arbejdsituationer. Hertil er rammende citater, synspunkter og udtalelser løbende blevet nedskrevet undervejs. På den måde har deltagerobservation som metode skabt en bred forståelse af de forestillinger, praksisser og kontekstuelle forhold, der udfolder sig blandt håndværkerne på byggepladserne.

Formålet med denne del af undersøgelsen var således at skabe indsigt i det daglige arbejde og i de forestillinger, der hos de kommende 'brugere' er relateret til robotteknologien. Herudover har formålet været at skabe indsigt i de praktiske begrænsninger, der relaterer sig til brugernes anvendelse af robotteknologi i byggebranchen. Endeligt har feltarbejdet også givet indsigt i, hvordan andre hjælpemidler, der er stillet håndværkerne til rådighed, ikke nødvendigvis anvendes, fordi de eksempelvis er for 'besværlige' eller for 'langsomme' at bruge, som flere håndværkere udtrykte det. I forbindelse med deltagerobservation på byggepladserne er der rent metodisk anlagt en pragmatisk tilgang til samtalerne, fordi det ikke blev forventet at håndværkerne skulle afse tid til formelle interviews. I stedet blev der hentet viden og indsigt fra de uformelle samtaler om arbejdet, der løbende opstod. Der er således spurgt til håndværkernes arbejde i ventestunder, imens de arbejdede eller over kaffen og frokosten i skurvognen.

Efterfølgende er data fra undersøgelsens tre dele blevet analyseret med henblik på at kunne beskrive de potentialer og udfordringer, der gælder i forbindelse med udviklingen og anvendelsen af robotteknologi i byggebranchen. Analysen er foregået som en iterativ proces, hvor data fra forundersøgelsen er blevet brugt i planlægningen af interviews og deltagerobservation. I observationsdelen er alle feltnoter løbende blevet udskrevet, ligesom relevante dele af alle interviews er blevet udskrevet med henblik på nærmere analyse. Ligeledes er citater og temaer fra interviews og deltagerobservation løbende blevet valgt og hypoteser afprøvet analytisk efterhånden som undersøgelsen skred frem. Analysen var således ikke en tidsmæssig afgrænset del af undersøgelsen. Den er snarere foregået løbende og ikke kun efter at feltarbejdet var udført. På samme måde var interviews og deltagerobservation heller ikke adskilt, men overlappende. Det har givet den fordel, at de konkrete spørgsmål og fokusområder kunne udvikles undervejs og i samspil med de forskellige observationer, der blev gjort i robotudviklervirksomhederne og i forbindelse med feltarbejdet på byggepladserne. Den samlede analyse danner således grundlag for de anbefalinger, der findes i rapporten og for de efterfølgende forslag til videre perspektivering, som denne undersøgelse også har givet anledning til.

Beskrivelse af informanterne og anonymisering

I alt er fem udviklere blevet interviewet. Kendetegnende for dem alle var, at de havde erfaringer med at udvikle robotteknologiske og digitale løsninger primært til byggebranchen. Som nævnt blev en enkelt integrator virksomhed yderligere inddraget, fordi denne havde erfaring med udvikle automations- og robotteknologiske løsninger til et bredt udvalg af brancher og således kunne bidrage med viden om, hvad sådanne brancheskift kræver set fra udviklervirksomhedens perspektiv. De forskellige udviklere havde vidt forskellige baggrunde for at udvikle robotteknologi. Nogle havde selv en baggrund i bygningsindustrien, mens andre ikke tidligere havde arbejdet her. Udviklernes løsninger er desuden målrettet forskellige arbejdsopgaver i byggebranchen.

På baggrund af projektets særlige interesse i arbejdsmiljø, blev informanterne i byggebranchen udvalgt for, at repræsentere forskellige faggrupper, hvis arbejde på forskellig vis var karakteriseret som fysisk hårdt

og manuelt samt præget af gentagne og ensidige bevægelser. Formålet med at fokusere på denne type arbejde var at undersøge potentialet for at automatisere dele heraf. Som nævnt blev deltagerobservation gennemført på tre forskellige danske byggepladser blandt et hold stålarbejdere, et hold murere og et hold tømrere. Alle hold bestod af i alt tre mand. Selvom deres arbejde varierede meget, var det fælles for dem alle, at deres arbejde var udpræget manuelt og krævede mange tunge løft i løbet af en dag. Murerne arbejdede med at opsætte gasbetonblokke, tømrerne arbejdede med opsætning af gipsplader, mens stålarbejderne monterede stålbjælker i konstruktionen af et nybyggeris råhus. Fælles for informanterne var, at alle var mænd, som havde arbejdet i branchen i adskillige år. Bortset fra stålarbejderne, der var fra Polen, var alle danskere. Med undtagelse af en enkelt smed, der havde tidligere erfaring med at arbejde med en svejserobot, og som derfor også blev inddraget i projektet, var det desuden kendetegnende for alle informanterne på byggepladserne, at ingen af dem havde arbejdet konkret med robotteknologi i deres arbejde. Som vi skal se senere, betød dette fravær af erfaring imidlertid ikke at håndværkerne *ikke* havde gjort sig en række refleksioner over teknologierne. De fleste af dem havde ikke svært ved at reflektere over de muligheder og begrænsninger, der måtte relatere sig hertil. To byggeledere havde desuden undersøgt markedet for robotteknologi og havde gjort sig en række konkrete overvejelser om anvendelsen heraf.

I rapporten er al materiale anonymiseret af hensyn til informanterne. Anonymiseringen ændrer ikke indholdets karakter, men er i stedet med til at sikre, at informanterne og deres arbejdsplads får en vis grad af beskyttelse. Således er formålet at sikre, at informanterne ikke får en oplevelse af at være hængt ud eller udstillet ved det tilfælde, at de måske ikke er enige i rapportens fortolkninger af deres handlinger og udsagn. Dette skal ses i lyset af, at rapportens indhold til tider går tæt på personernes holdninger og handlinger, der sommetider er i uoverensstemmelse og i konflikt.



Billede af håndværkernes arbejde fra det antropologiske feltarbejde.

3. Udviklingen af robotter til byggebranchen

I denne del af rapporten fremlægges resultaterne af interviewdelen med robotudviklere. Denne del vil således udfolde de forventninger og udfordringer, som ifølge robotudviklerne knytter sig til udviklingen og implementeringen af robotteknologi i byggebranchen. Som vi skal se, knytter disse forventninger og udfordringer sig til en række specifikke opfattelser af byggebranchen blandt robotudviklerne.

Robotudviklernes forventninger til robotteknologi i byggebranchen

Der er mange forventninger blandt robotudviklerne i denne undersøgelse til robotternes anvendelse i byggebranchen. Forventningerne knytter sig oftest til mulighederne for at forbedre arbejdsmiljøet og øge effektiviteten, kvaliteten og kreativiteten i byggeriet, men flere forholder sig også til, at de nye teknologier vil bidrage til at ændre håndværkerens professionelle faglige rolle. Som vi skal se, viser disse visioner og forventninger sammenfattende, at robotteknologi blandt udviklerne hverken opfattes som en neutral eller en dystopisk størrelse, der eksempelvis pacificerer, fremmedgør eller underkaster mennesket. Teknologierne betragtes snarere som værdibærende forandringsagenter, der knyttes til utopiske visioner om forbedring af mennesket og dets præstationsevne. Samtidigt besidder teknologierne, ifølge udviklerne, også potentialet til at udfordre og transformere gængse opfattelser og praksisser i byggebranchen.

Forbedret arbejdsmiljø

At bidrage til forbedret arbejdsmiljø er en ambition, der nævnes af flere robotudviklere i undersøgelsen, og det er en afgørende vision for deres arbejde med at udvikle robotteknologi netop til byggebranchen. Som en udvikler udtrykker det:

Problemet med at montere forskellige elementer er jo de tunge løft. Problemet er, at man kan godt transportere elementerne hen til dér, hvor man skal montere dem, uden ret mange tunge løft. Men når man fx så skal sætte dem op og montere dem, så er der nogle fysiske begrænsninger, som gør, at der er ikke plads til mere end to mand. Så det vil sige, at de skal stå og løfte noget, der ligner 50 kg hver. Det er grundlæggende ikke lovligt i Danmark, og det har også ofte at gøre med dårlige arbejdsstillinger. Det er et problem, der har været erkendt i byggebranchen i mere end 10 år, og man har kørt mange projekter, der har haft fokus på, at de tunge løft skulle væk. Så vi begyndte at se på mulighederne for at lave en maskine, der kunne løse det her problem.

En anden robotudvikler udtrykker en lignende forventning:

I vores tilfælde slipper håndværkeren for at lave et rigtig, rigtig tungt og opslidende arbejde. At stå og fræse en væg i syv en halv time om dagen, det er der da ikke nogen af os, der synes er sjovt. Og hvis man endelig fik analyser på, hvor meget slid, der er på hånder og hænder i forhold til kalk og cement og alt

muligt andet, så burde de slet ikke gøre det! Så det vi gør, er egentlig at gå ind og løse nogle opgaver, som nedslider håndværkerne før tid.

Denne måde at betragte robotteknologi på, kommer ligeledes til udtryk blandt udenlandske robotudviklere af teknologi til byggebranchen. Den norske virksomhed Nlink, som i 2015 lancerede en borerobot, der kan bore huller i lofterne for at hænge ventilation, lamper og kabler op, skriver således eksempelvis på deres hjemmeside:

nLink's (...) Mobile Drilling Robot™ will allow manual labor to perform 5-10 times faster depending on complexity of hole pattern and equipment to be mounted. This also greatly reduce Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSD) and Musculoskeletal conditions (MSC). Pain from this is the complaint most frequently reported in health interview surveys, according to the European Commission. These medical conditions lead to high costs for both the businesses, and the society they operate in, costing billions of dollars each year. We believe this robot will become the construction workers new best friend.¹⁰

At robotteknologi relateres til forbedret arbejdsmiljø begrænser sig ikke til byggebranchen. Det er således velbeskrevet, hvordan såkaldt 'velfærdsteknologi' ikke alene implementeres i den danske plejesektor for at øge ældre menneskers selvhjulpethed og livskvalitet (Ertner 2015; Schwennesen 2016; Leeson 2017). Velfærdsteknologi forventes ligeledes at overtage det hårde og mere belastende arbejde fra plejepersonalet (Kristensen 2011: 11). Det er også en klar pointe i denne undersøgelse, at robotteknologi forventes at spille en afgørende rolle i forbindelse med forbedring af arbejdsmiljøet blandt håndværkere i byggebranchen. Som den norske virksomhed nLink ligeledes påpeger ovenfor kan det tilføjes, at robotteknologi forventes at effektivisere produktiviteten i byggebranchen. I det følgende uddybes denne vision.

Øget produktivitet og effektivitet

Ud over det arbejdsmiljøforbedrende argument for udviklingen af robotter til byggebranchen fremhæves robotteknologiens effektiviserende gevinster også som et naturligt argument blandt udviklerne. Som en udvikler forklarer, handler det eksempelvis om at erstatte arbejdskraft: *"Fordelen er også at man vil gå fra at være seks mand til at være to mand og en robot (...). Så på den måde har vi jo også en kæmpe besparelse i forhold til, at der bliver sparet på bemanningen på byggepladsen"*. Mens denne udvikler fremhæver, hvordan robotterne potentielt set kan erstatte arbejdskraft, lægger andre desuden vægt på, hvordan robotterne kan arbejde ubegrænset og mere præcist end mennesker:

¹⁰ Se nLinks hjemmeside: <http://www.nlink.no/>

Robotter arbejder hurtigere og er meget mere præcise end mennesker. Det kan godt være, at det tager robotten længere tid at udføre en opgave på den korte bane, men til gengæld kan den arbejde i døgndrift, og den kan frigive håndværkerens tid til noget andet. Og så bliver robotterne ikke trætte og uopmærksomme, selvom de har arbejdet i flere timer i træk.

Ved at bruge robotter er der ifølge denne udvikler således en teoretisk mulighed for at arbejde 24 timer i døgnet. Robotterne bliver ikke trætte, behøver ikke hvile, og laver ikke fejl på grund af mangel på søvn. Med en kortere opførelsestid vil prisen for en bygning således samlet set blive reduceret. Endelig argumenterer andre udviklere for, hvordan robotter kan bidrage til en administrativ besparelse:

Vi vil have robotten ud og arbejde PÅ byggepladsen sammen med håndværkeren ud fra arkitektens tegning. Det vil sige, vi har en stor besparelse i byggestyringen og byggeprocessen, fordi lige pludselig så har vi ikke brug for at lave en masse tegninger, der skal kommunikeres ned til en murermester via en hovedentreprenør og en byggeleder og alle mulige andre. Vi har én tegning, som arkitekten har lavet sammen med bygherren, og den tegning bliver smidt ned til håndværkeren via en tablet. Han kigger så på tegningen og sætter robotten i gang med at arbejde i det korrekte felt.

Sådanne udtalelser, der på forskellig vis belyser, hvordan robotteknologi anses for at være i stand til at effektivisere arbejdsgangene i byggebranchen, læner sig op af en velbeskrevet og generel problemstilling i byggebranchen: Alt imens andre brancher hvert eneste år øger produktiviteten, har byggebranchen ifølge Ingeniørforeningen IDA ligget på samme produktivitetsforbedring som lige efter 2. Verdenskrig.¹¹ I den forbindelse gennemførte IDA i 2014 en undersøgelse, som viste, at den samlede danske byggesektor har et effektiviseringspotentiale på 11-15 mia. kroner (Foreningen for Rådgivende Ingeniører 2016) og henledte i en senere artikel opmærksomheden på Japan,¹² hvor regeringen har lanceret en plan, der skal øge produktiviteten i byggebranchen ved hjælp af droner, robotter og kunstig intelligens.¹³

I debatten om robotters kapacitet til at effektivisere eksisterende arbejdsgange er det en generel bekymring, at adskillige mennesker vil miste deres arbejde til en robot (se fx Politiken 2013).¹⁴ Ifølge cheføkonom Allan Lyngsø Madsen i Dansk Metal er denne frygt imidlertid stærkt overdrevet: 'Mange frygter, at flere robotter vil betyde færre industrijob, men det er faktisk ikke tilfældet. Robotter betyder

¹¹ <https://universe.ida.dk/artikel/droner-og-kunstig-intelligens-skal-loefte-japans-byggebranche-34333/>

¹² <https://universe.ida.dk/artikel/droner-og-kunstig-intelligens-skal-loefte-japans-byggebranche-34333/>

¹³ Ligeledes har den danske regerings Produktivitetskommission i 2014 fremsagt, at produktivitetsvækst blandt andet skal skabes ved hjælp af ny teknologi (Produktivitetskommission 2014), hvilket således også er tilfældet i byggebranchen.

¹⁴ <http://politiken.dk/oekonomi/art5560329/Robotter-skaber-flere-job-end-de-stj%C3%A6ler>

højere produktivitet og dermed også bedre konkurrenceevne' (Politiken 2013).¹⁵ På samme måde argumenterer flere robotudviklere også for, at robotter ikke nødvendigvis vil reducere antallet af stillinger i byggebranchen:

Man ser egentlig mange gange, at de ikke bliver færre folk, fordi vi sætter en robot ind. De omsætter bare noget mere. Så vil det være sådan, at i stedet for at damen ved samlebåndet sidder og sætter ører på en kop, så er hun procesoperatør i stedet. Og så sørger hun for at føde robotten med materialer, og tage fra når det er lavet. Der er da eksempler på, at der bliver færre mennesker i produktionen, men så kommer de bare over i en anden afdeling.

Som vi skal se senere, er det således en udbredt opfattelse blandt robotudviklerne, at robotter ikke nødvendigvis erstatter jobs. De stiller snarere andre krav til den enkelte medarbejders faglige kompetencer. Denne opfattelse deler professor i virksomhedsteknologi Ole Madsen på Aarhus Universitet som argumenterer for, at selv hvis den fuldautomatiske produktion bliver en realitet, vil menneskets rolle ikke være udspillet:

Der vil selvfølgelig forsvinde funktioner, og der vil også være brug for færre medarbejdere. Men fokus er i dag på arbejdsprocesserne og forretningssystemerne og på at skabe det mest effektive flow. I den proces flytter menneskets rolle sig til at blive mere overvågnende og idéskabende, men den bliver ikke udspillet, og mennesker har altså stadig en behændighed, som det bliver svært at efterligne' (Mandag Morgen 2016: 14).

Med robotteknologien kommer der således en række nye muligheder, der i høj grad kan effektivisere arbejdet, men teknologierne vil samtidigt fordrer helt nye kompetencer i branchen. Dette vil føre til både et generelt behov for kompetenceudvikling og en – måske radikal ændring af måden, hvorpå arbejdsprocesserne skal planlægges og udføres i praksis. I fjerde del af denne rapport, der sætter fokus på fremtidens brugere af robotteknologi, vender vi tilbage til denne problematik.

Øget kvalitet og kreativitet

En af de væsentlige forventninger til robotteknologiernes indtog i byggebranchen er ifølge robotudviklerne selv mulighederne for at kontrollere byggeprocesserne og konstruktionerne løbende. Således fremhæver flere robotudviklere, at robotter kan bidrage til kvalitetssikring. Som en robotudvikler eksempelvis forklarer:

¹⁵ Se også Mandag Morgen 2016: 18, samt artiklen 'IT-Direktør: Frygten for robotterne er vildt overdrevet' i Politiken 2017, <http://politiken.dk/debat/art5830163/Frygten-for-robotterne-er-vildt-overdrevet>

Robotter kan kvalitetssikre direkte på byggepladsen. De kan scanne, bruge kamera og måle temperaturen løbende, og på den måde kan man hele tiden lave en tracking på, hvordan kvaliteten af den pågældende konstruktion nu er. Det har man aldrig kunnet før.

Ud over den forbedrede kvalitet fremhæver flere robotudviklere, at robotteknologi også kan bidrage til øget kreativitet i byggebranchen. En udvikler forklarer eksempelvis hvordan robotteknologi kan give unikke formmæssige muligheder, som skaber variation og som kan gøre byernes bygningsmasse oplevelsesrig og helt anderledes end i dag:

Inden for de næste 10-15 år vil der ske fuldstændigt vildt meget inden for byggebranchen. Nu har man løsninger, der kan lave noget i 3D, som man aldrig har kunnet før. Så hvad sker der, når nu man kan gå ud og tilbyde et 3D design på nogle facader, der kommer til at se helt anderledes ud? Hvad sker der, når der kommer andre konkurrenter? De er mere end velkomne, for markedet er så stort, men hvad vil der ske med de teknologier så? Hvad vil de så kunne? Det vi ser i dag, det er huse i firkanter. Væggene er firkantede. Vinduerne er firkantede. Hvorfor er de det? Det er de, fordi det er nemt at producere. Det er mennesker, der har produceret dem, men i fremtiden tror jeg *overhovedet* ikke, at det er sådan, fordi hvis robotterne producerer det og vi kan 3D-printe et hus, hvorfor skulle vi så lave dem firkantede? Det kan da godt være, at det er nemt og praktisk at indrette, men så print dine møbler runde, så de passer til hjørnerne. Så de her forskellige teknologier, de vil ændre vores måde at formgive på. Jeg tror, at vi kommer til at se nogle *helt* andre rum fremover.

På den måde synes forventningen at være, at graden af variation og kunstnerisk kreativitet i byggebranchen vil stige, hvis byggeriet automatiseres ved hjælp af robotter.

Professionel faglig rolle under forandring

Robotudviklerne i denne undersøgelse peger ikke alene på, hvordan deres robotteknologiske løsninger vil forandre byggeprocessen som belyst ovenfor. Flere af dem fremhæver ligeledes, hvordan de teknologiske løsninger vil have en konkret indflydelse på håndværkernes faglige rolle, der bl.a. vil blive mindre relateret til udførelse af hårdt fysisk arbejde. Håndværkeren vil snarere skulle betjene robotten, løse de tekniske problemer, der måtte opstå for den og føde robotten med de materialer, den skal arbejde med. Som en udvikler forklarer: *”Robotterne ændrer arbejdet for de ansatte. De bliver robotoperatører nu, så det stiller krav til deres IT-kompetencer”*. De samme overvejelser gør sig gældende hos en anden udvikler, der tilføjer, at *”de håndværkere, der ikke kan finde ud af at bruge det nye udstyr, men kun kan finde ud af at udføre deres håndværk, de vil få det svært. For du bliver maskinoperatør mere end eksempelvis en murer”*.

Samtidig peger flere robotudviklere dog også på vigtigheden af, at de robotteknologiske løsninger, der udvikles, ikke må stille *for* store krav til den enkelte håndværkers IT-mæssige og tekniske kompetencer. De

pågældende løsninger skal først og fremmest være intuitive at anvende og dét i en sådan grad, at hvem som helst potentielt set skal kunne anvende dem. Som én forklarer: ”*Det vi gerne vil slå på, det er, at hvem som helst skal kunne bruge vores robot, og så skal den være så let at bruge, at den bliver til et legetøj for dem*”. Det betyder dog ikke, at håndværkerens faglighed ikke længere skal sættes i spil, og at håndværkerens rolle således alene skulle blive at betjene den intuitive og let anvendelige robot. Tværtimod kræver anvendelsen af robotten til stadighed, at håndværkeren bringer sin håndværksmæssig kunnen og netop sit håndelag i spil:

Man kan sige at håndværkerne skal stadig udnytte deres kompetencer til at vurdere tingene når de arbejder med maskinen. Altså, det er sådan noget med at se, at nu har robotten monteret det, så det passer deroppe, eller nu skal det lige flyttes fem millimeter. Sådan noget, som vi andre har svært ved at se, men hvor de [håndværkerne] har en erfaring, der gør, at de er mere præcise i arbejdet. Det er sådan set noget, de stadig skal gøre, selvom de bruger robotten.

På den måde er robotudviklerne enige om, at deres robotteknologiske løsninger vil ændre arbejdet for byggepladsens håndværkere, men flere af dem påpeger samtidig, at de håndværksmæssige kompetencer stadig er afgørende og essentielle i arbejdet med robotten. Robotten kan netop ikke selvstændigt gå ind og vurdere i forhold til den konkrete virkelighed, som den skal operere i, hvis denne virkelighed ikke lever op til robotens krav om forudsigelighed og gentagelighed.

Debatten om hvordan robotteknologi stiller krav om nye kompetencer hos arbejdskraften, blev for nylig bragt op i et særnummer af Mandag Morgen (2016) om robotter og kunstig intelligens. Her efterlyser cheføkonom i Dansk Metal, Thomas Søby, et øget politisk fokus ikke alene på teknologiens indtog i byggebranchen, men også på de krav til nye kompetencer, der følger med (Mandag Morgen 2016: 7). I den forbindelse fremhæver han især, at debatten om robotter ofte fokuserer på produktivitet, men glemmer at henlede opmærksomheden på spørgsmålet om, hvordan vi opkvalificerer de mennesker, der skal varetage de nye jobfunktioner, der følger med robotternes indtog: ”*Vi skal have lært de mennesker at varetage nye funktioner, herunder at programmere robotterne (...). Fra vores synspunkt kommer vi ikke til at mangle arbejdspladser; vi kommer til at mangle folk med de rigtige kompetencer*” (ibid: 7). På samme måde argumenterer bestyrelsesformand i RoboCluster, Tom Togsverd, i samme artikel for, at mennesker ikke vil miste deres arbejde som følge af robotternes indtog. Det handler snarere om, at nye jobs og arbejdsfunktioner vil opstå som følge af udviklingen, der således kræver nye kompetencer af den enkelte: ”*Vi skal bare lave nogle andre ting (...). Det her handler om, at arbejdsprocesser bliver radikalt forandret. På den korte bane bliver medarbejdere aflastet, og på den lange bane bliver man færre medarbejdere i en masse funktioner*” (Mandag Morgen 2016: 7). I forlængelse heraf er det erfaringen fra denne undersøgelse, at byggeriets uddannelser og relevante efteruddannelsesinstitutioner generelt endnu ikke er begyndt at uddanne fremtidens håndværkere i de nye kompetencer, som robotteknologier kræver i byggebranchen. Det skyldes sandsynligvis, at robotteknologierne kun punktvis har vist sig i byggebranchen. Det er dog indtrykket, at

flere uddannelsesinstitutioner står klar, når det bliver mere klart, hvilke robotter og hvilke teknologier, der bliver behov for kompetencer til at håndtere.

Udfordringer i forbindelse med udvikling af robotteknologi til byggebranchen

Det er ikke kun visioner og forventninger, der knytter sig til arbejdet med at udvikle robotteknologi til byggebranchen. Robotudviklerne oplever også en række barrierer og udfordringer i denne henseende. Som nævnt i rapportens indledning fremhæves konservatisme og traditionsbundethed ofte som en væsentlig barriere for forandring og implementering af nye tiltag i byggebranchen. Selvom flere robotudviklere udtrykker, at de genkender den generelle tøven og traditionsbundethed i branchen, giver flere af dem imidlertid også udtryk for, at dette ikke opleves som en forhindring i forhold til ibrugtagning af deres robotteknologiske løsninger. Faktisk fremhæver mange af dem, at branchen også i høj grad er omstillingsparat og villig til at tage de nye robotteknologiske løsninger i brug. For eksempel fortalte flere, at selvom branchen i udgangspunktet opleves som svær at ændre, er håndværksvirksomhederne alligevel nysgerrige og åbne over for nyskabelse. Som én robotudvikler forklarer:

De fleste robotleverandører vil sige, at grunden til, at der ikke er mere automatisering i byggebranchen, er fordi branchen er konservativ. Det har de i et vist omfang ret i, men min oplevelse er egentlig, at branchen er meget åben over for at prøve noget nyt. Det har vi helt konkret oplevet, når vi har lavet pressemeddelelser omkring det, vi nu laver. Så er der med det samme nogle håndværksvirksomheder, der henvender sig og siger, at ”vi kunne godt tænke os at teste den”. Så jeg er ikke sikker på, at det med konservatisme er helt korrekt. Jeg tror, det skal modificeres over i, at når vi har en opgave, skal den løses på tid, og så har vi ikke tid til at kunne indgå i en lang akademisk diskussion. Men altså, dem vi har kontakt med, det er virksomheder, der gerne vil lidt mere og er lidt nysgerrige og innovative i deres tankegang (...). De er meget villige til at teste robotten, og interessen er stor. Det har lidt at gøre med, at det er et erkendt problem, det her med arbejdsmiljø i Danmark. Og det problem løser vi’.

På samme måde fortæller en anden robotudvikler, at han oplever en generel åbenhed over for at tage robotter i brug i byggebranchen: ”Konservatismen er der ikke. Den er en myte. Byggeindustrien henvender sig selv til os, og de er åbne og modtagelige over for det, vi laver”. Erfaringen er således at traditionsbundethed går hånd i hånd med nysgerrighed og åbenhed over for nye robotteknologiske løsninger, der ikke nødvendigvis betragtes som uvedkommende, men snarere ses som anvendelige og relevante tiltag i arbejdet.

Imidlertid oplever robotudviklerne en række andre og mere presserende udfordringer i forbindelse med udviklingen af robotteknologi til byggebranchen. Dette drejer sig blandt andet om byggepladsernes foranderlighed og uforudsigelighed, håndværkernes fokus på tid, og deres behov for at ’få noget fra hånden’. Det drejer sig også om kompleksiteten i at opnå viden om den tavse og usynlige kropslige viden, der udfolder sig blandt håndværkerne, og som er afgørende at få indsigt i, når man forsøger at udvikle robotter,

der kan spille en central rolle i arbejdslivet. Alle disse forhold og vilkår fremhæves som centrale udfordringer i forbindelse med udviklingen af robotteknologiske løsninger til byggebranchen, sådan som det vil blive uddybet i de kommende afsnit.

”Støj”

I bogen ’Robotterne iblandt os’, skrevet af robotforskerne Søren Tranberg Hansen og Jakob Fredslund (2015), er det en central pointe, at man i robotudvikling skal gå efter at finde de ensartede rutiner og arbejdsgange, for det er dem, der kan automatiseres. Det er også forfatterens argument, at kontrollerede forhold, hvor graden af forudsigelighed er høj, og hvor robotterne derfor kan programmeres til at reagere på en mindre mængde mulige situationer, er helt afgørende for robotternes virke:

Jo mere uforudsigelighed, tilfældighed og kaos i robotternes omgivelser, jo mere støj. Jo mere støj, jo vanskeligere er det for robotten at fungere efter hensigten. En høj grad af støj er mere eller mindre normen uden for laboratorier og produktionshaller, og udfordringen er at få robotterne til at reagere fornuftigt, på trods af at omgivelserne typisk vil være præget af støj – altså være uforudsigelige (Hansen & Fredslund 2015: 48).

Ifølge forfatterne opstår der således ’støj’ for en robot, der eksempelvis skal skelne skruer fra søm på et samlebånd når et eller andet kaster en skygge hen over samlebåndet, eller der pludselig også ligger en kuglepen på båndet. I de tilfælde får robotten svært ved at afgøre, om den kigger på et søm eller en skrue. Robotter har det således rigtig godt under kontrollerede forhold og mindre godt i omgivelser hvor graden af uforudsigelighed og foranderlighed er stor.

Som en robotudvikler forklarer, er én af de største udfordringer i forbindelse med at udvikle robotteknologi til byggebranchen netop, at graden af ’støj’ er stor. Optimalt set, forklarer han, skulle byggeprocessen således strømlines:

Skal man virkelig automatisere, så skal byggeprocessen på en eller anden måde strømlines. Altså det vi kan se, når vi er derude på byggepladserne, det er, at på nogle tidspunkter, så er der god plads, og tingene kører. Men andre gange, så kommer de [elementerne] jo først, når der er ti forskellige håndværkere, der er ved at falde over hinanden. Og det gør det jo altså sådan lidt... de er da gode til at tage hensyn til hinanden, når de er derude, ingen tvivl om det, og de er også gode til at få tingene til at virke, men det gør det jo noget mere svært at automatisere, fordi vi skal bruge plads og ro. Og det kan man jo ikke få, hvis det er ikke er planlagt til det. Så der tror jeg måske, selve processen skal strømlines og ryddes op (...). Det skal strømlines sådan, at når der er behov for den ene håndværker derinde, så kommer han, og så går han, når han er færdig, og så kommer den anden ind. Det er helt tydeligt, at de forsøger at planlægge det sådan, men det lykkes ikke altid. Det kan man tydeligt se, når man går rundt derude.

Som denne robotudvikler fremhæver er det således helt afgørende, at robotens omgivelser er ensartede. Det skyldes, at roboten kun kan navigere i det, den er blevet programmeret til, og den således ikke ved, hvad den skal gøre, hvis der pludselig står noget i vejen for den, som den ikke var forberedt på. Foranderlighed og uforudsigelighed er dog parametre, der er allestedsværende på en byggeplads. Eller som den pågældende robotudvikler tilføjede: *"I en kaotisk verden, hvor der ikke er styr på omgivelserne, er det svært at lave automatiseringer"*.

For at imødekomme denne udfordring var én strategi blandt robotudviklerne at udvikle semi-automatiserede kollaborative 'Co-Bots', der således krævede en menneskelig operatør til at betjene den. Robotudvikleren forklarede at selvom det teknisk set godt kunne lade sig gøre at udvikle en fuldautomatisk robot, der kunne klare arbejdet alene, var det ikke en ambition i dette tilfælde, fordi det ville problematisere robotens anvendelse på byggepladsen. Her er der brug for mennesker, som kan kontrollere roboten og vedvarende kan sørge for, at omgivelserne lever op til robotens behov.

En anden og lignende strategi var at simplificere den pågældende robotløsning så meget som muligt. Som en robotudvikler forklarer, er en sådan simplificering ikke alene med til at gøre løsningen billigere og dermed mere attraktiv. Den er også med til at gøre den mere praktisk anvendelig på en byggeplads, hvor foranderlighed, vind og vejr spiller ind:

Jamen, vi startede jo med at lave en robotløsning, der endte med at koste alt for meget i ren hardware. Og nu har vi en, der måske koster meget mindre. Så det siger lidt om, hvad for en udvikling, det har taget. Dengang var det jo noget med at lave noget automation. Fuldstændig ligesom alle andre har tænkt. Vi ville have, at den skulle køre rundt selv fx, så vi monterede nogle skinner, som den kan køre på. Indtil vi gennemarbejdede det og fandt ud af, jamen, når vi har den løsning, og vi regnede på, hvor hurtigt den kunne arbejde og alt det her, jamen så gik der jo *alt* for lang tid, før den var tilbagebetalt. Og så er det jo en dårlig løsning og en dårlig business case. Forfra igen! Så vi endte faktisk med at blive ved med at skære teknik fra, og så endte vi med en billigere robot. Og derudover fandt vi jo også ud af, at jo mere teknik der er i det, jo sværere kan det faktisk være at få det til at fungere derude. De skinner, den kunne køre på fx, jamen så kommer der lige en klat mørtel, eller så er der lidt pladder, og så regner det, og så sidder den lige pludselig fast derovre, og så bliver det hele sgu lidt Big Berta-agtigt, hvor håndværkeren hele tiden skal rende og skrue herovre, og så skal han banke henne på det hjørne her for at få den til at køre igen. Og DET duer bare ikke. Det skal være ligesom en skruemaskine. Det ER bare mange gange det simple, der virker.

Endelig fremhævede en anden robotudvikler, at en måde at imødekomme byggepladsens 'støj' på, kunne være at skabe et afgrænset og kontrolleret rum på byggepladsen til den pågældende robot:

Byggebranchen er bare svær. Jord og mudder rimer bare ikke på robotter og deres finmekanik. Og så rodet på en byggeplads, og de er forskellige fra dag til dag. Det passer ikke til en robot. Det er ikke som

en fabriksproduktion med det samme produkt og den samme proces og den samme opgave hver eneste dag. Jo, så skulle man lave et setup på byggepladsen i en container, hvor man så automatiserede en enkelt del af byggeprocessen og lavede den derinde.

Disse strategiske overvejelser rejser i høj grad spørgsmålet om, hvorvidt robotterne på den ene side skal udvikles, så de tilpasser sig omgivelsernes støj, eller om omgivelserne på den anden side skal tilpasses robotterne. Selvom en robotudvikler ovenfor påpeger, at byggepladserne optimalt set burde strømlines, hvis de for alvor skulle automatiseres, er det alligevel generelt kendetegnende for udviklernes løsninger, at de er forsøgt udviklet således, at de tilpasser sig de forhold, der eksisterer på dagens byggepladser. Den samme tendens har været gældende på velfærdsområdet, hvor velfærdsteknologiske løsninger i en længere årrække er blevet udviklet til de eksisterende forhold på plejehjem og i ældre menneskers private hjem (Ertner 2015, Schwennesen 2016; Leeson 2017). Inden for de senere år er de danske kommuner imidlertid i stigende grad begyndt at designe og indrette nybyggede plejehjem med udgangspunkt i teknologien og en fremtidig udnyttelse af denne (Mandag Morgen 2016: 9). På den måde er det ikke robotterne alene, der må tilpasse sig de eksisterende forhold. Det er også plejehjemsbygningerne og de private hjem, der må tilpasses robotterne, så disse får bedre forhold at arbejde under. Spørgsmålet er så, om det samme kan lade sig gøre i byggebranchen, hvor 'byggepladsen' generelt er kendetegnet ved at være under udvikling og af stor variation, fordi 'Fru Hansens villa' slet ikke ligner 'Hr. Sørensens rækkehus', selvom begge huse skal have nye vinduer og isoleres.

Prototypiske byggerier

I forlængelse af den beskrevne udfordring fremhævede flere robotudviklere, hvordan prototypiske byggerier problematiserer udviklingen af robotteknologiske løsninger til byggebranchen. Som én forklarer:

Den største udfordring vi møder, det er, at hver gang vi har besøgt en byggeplads, så har vi set noget nyt. Det største problem det er nok, at de fysiske forhold på pladserne er forskellige. De er simpelthen ikke ens. På den måde er ethvert byggeri unikt, men robotter har jo brug for ensartethed. Det har for eksempel overrasket mig, at vi har spurgt nogle erfarne håndværkere og fået et svar, men første gang vi så ser dem på en byggeplads, så gør de rent faktisk noget andet eller bruger noget andet. Et eksempel er, at vi fik af vide, at de monterer aldrig noget, der er mere end tre meter højt. Men nu her på de sidste tre steder, vi har været, der hed det tre meter og ti og tre en halv. Sådan nogle ting gør det svært at sætte grænserne, men som designere er vi jo nødt til at sætte grænserne for, hvad vi vil have, at robotten skal kunne.

Snarere end at være standardiserede byggerier, hvor de samme materialer bruges på den samme måde, er der – ofte både ved nybyggerier og renoveringsprojekter - således tale om unikke konstruktioner, der er svære at få overblik over for robotudviklerne. Og som robotudvikleren påpeger ovenfor, er et sådan overblik ikke desto mindre nødvendigt, hvis robotterne reelt skal udvikles til at kunne virke i praksis.

Fremdrift fremfor langsommelighed

En anden udfordring som flere robotudviklere fremhæver i forbindelse med den praksis og de kontekstuelle vilkår, robotteknologi skal kunne fungere i, er de krav som håndværkerne stiller til deres arbejde. Ifølge robotudviklerne er der en generel tendens til, at arbejdet skal gå hurtigt, hvilket betyder, at maskiner, der ikke formår at leve op til dette krav, ikke tages i brug. Det gælder også selvom de kan aflaste tunge løft og u hensigtsmæssige arbejdsstillinger. Som en udvikler forklarer:

Den største showstopper er nok, at håndværkerne ikke vil bruge robotten. Vi ser ofte, at de ikke vil bruge de maskiner, de har til rådighed, og det er jo, fordi det ikke er let og hurtigt at bruge dem. Altså lige her og nu er de ligeglade med, at det gør ondt i ryggen, selvom de godt ved, at det er et problem. Rigtig mange søger jo også væk af samme årsag. Men der er en følelse af, at der skal ske noget, tror jeg. Det er det der med 'at være i gang'. Der ligger en risiko der, for det kan godt gøre en maskine lidt kedelig. Mange gider ikke stå og vente på en maskine. Så kan de lige så godt gøre det selv.

I stedet for at bruge en maskine eller en robot til arbejdet, er der således en tendens til at gøre tingene selv, især hvis den pågældende teknologi forsinker arbejdet eller er for besværlig at bruge. En anden robotudvikler var enig i denne betragtning og tilføjede, at denne problematik især gælder de håndværkere, der går på akkord: *"Tidspresset er ret hårdt. De fleste er jo på en form for akkord, og det er stort set det eneste, de har fokus på, og det passer ikke ret godt til at få en maskine ind, der kører i bløde bevægelser og kører hele tiden"*. Denne erfaring gør sig også gældende blandt materieludlejere, hvor én af dem forklarer:

Hvis man stiller krav til folk der arbejder på akkord om, at de skal bruge maskiner, fordi de hjælper på deres arbejdsmiljø, men maskinerne så samtidig forsinker deres arbejde, så smutter de. Det gider de ikke, for så får de ikke nok i løn. Selvom den maskine måske gør, at de ikke smadrer deres ryg og deres hænder, så undgår de den, for det er den korte bane, det handler om.

Hvad enten det drejede sig om maskiner til gipsplademontering, faldsikringsteknologier eller maskiner til brolægning, så refererede informanterne til tidligere eksempler, hvor teknologier er blevet udviklet til at løse et konkret problem, men ikke desto mindre forkastes i det daglige arbejde på byggepladserne, fordi de er for langsomme og for besværlige. En udtalt ambition er derfor at udvikle robotteknologiske løsninger, der ikke langsommeligør arbejdet eller er for besværlige at bruge.

Menneskelig omhyggelighed og opbakning

Det er en central pointe blandt robotudviklerne, at anvendelsen af robotteknologi afhænger af omhyggelighed og opbakning blandt de pågældende brugere. Uanset hvor teknisk avanceret en given robot

således måtte være, er den ikke i stand til at udføre sine opgaver uden positivt engagement blandt sine brugere. Som en robotudvikler forklarer:

Vi har da oplevet nogle gange, hvordan medarbejdere kan sabotere robotternes arbejde. Det er typisk de medarbejdere, som er blevet informeret og engageret *meget lidt* i implementeringen af løsningen... de kan godt finde på at pille ved tingene, fordi de synes, at det går for langsomt, eller fordi de synes, det er irriterende at arbejde med. Og så er det, at det går galt. Det er derfor jeg siger, at en robot er aldrig bedre end sin operatør.

På den måde er velvilje, engagement og opbakning blandt brugerne afgørende for implementering af den pågældende teknologi. Som ovenstående citat ligeledes illustrerer, er opfattelsen blandt udviklerne, at robotterne ikke kan klare sig på arbejdspladsen, uden at mennesker løbende drager omsorg for deres velbefindende og sikrer, at *deres behov* er tilfredsstillet. En robot skal således ikke alene 'fødes' med materialer, som en robotudvikler pointerede tidligere. Dens arbejde skal også hjælpes på vej, som når håndværkere og planlæggere sørger for, at minimere graden af 'støj' på byggepladsen, som nævnt ovenfor.

Brugernes tavse og usynlige kropslige viden

Selvom udfordringerne med at tilpasse robotterne til byggepladsen i høj grad handlede om omgivelsernes støj, byggepladsernes prototypiske natur og håndværkernes krav til arbejdet, fremhævede flere robotudviklere også deres vanskeligheder ved at opnå indsigt i den konkrete opgave, som robotten skal løse. En sådan indsigt er ifølge udviklerne er helt afgørende i forsøget på at gøre robotterne anvendelige og brugbare, men den er ikke let tilgængelig. Som en robotudvikler forklarer, er risikoen for at få misvisende information om arbejdsprocesserne stor, hvis man udelukkende *spørger* folk. *Observationer* af de vante arbejdsgange viser sig ofte at være nødvendige og afgørende:

Vi oplever ind imellem, at der er nogle selvlærte og selvgjorte processer, som vi ikke får noget at vide om, når vi først spørger folk. Det kan være en medarbejder, der ved, at når hun skal sætte den der u-ring på, så skal hun lige dyppe den i olie for at den glider ned. Jamen, hvis det ikke var tænkt ind fra starten, så kommer det heller ikke med i robotløsningen. Så laver vi en løsning, hvor vi ikke lige er nede og kigge på den specifikke procedure, og så kan vi ikke få det til at virke. Så må vi ud og se på processen i produktionen, og så opdager jeg de vigtige detaljer.

Andre robotudviklere er enige i denne betragtning, men tilføjer, at blot fordi man observerer de arbejdsprocesser, der måtte finde sted, er det ikke ensbetydende med, at man opnår den nødvendige viden. Som en forklarer:

Man kan ikke gøre robotten intuitiv og nem at bruge, medmindre du har en ret dyb forståelse for det, der foregår. Men tro mig, det er ikke så nemt. Det der med at få den fulde forståelse for, hvad det er der sker derude, det er meget svært. Og det har noget at gøre med, at det vi skal have forståelse for, det er en håndværker, og det er tit og ofte en håndværker, som er trænet til noget der ligner specialarbejde. Og det betyder jo, at de sidder med deres hænder og gør nogle bevægelser, som vi egentlig næsten aldrig når at registrere. Selv når vi har haft videoer på, og vi har siddet og kigget nærmest med en lup, så er der stadig nogle ting, vi ikke ser, som sker. Og når man så spørger håndværkeren, så får man et meget kontant svar. Han tænker i hans dagligdag, og nogle gange så *ser* han jo slet ikke, hvad det er, han går og laver. Det er rutine og han vil typisk have svært ved at sætte de ord på, som du og jeg kan forstå.

Som denne robotudvikler fremhæver, er nogle rutiner således ikke alene usagte og derved svære at få indsigt i. De er også nærmest umulige for en udenforstående at forstå. De mange detaljer og bevægelser, der fx er forbundet med at sætte en gipsvæg op eller at montere et glasparti, er således nogle, der ikke så let lader sig beskrive. De er snarere nogle som *gøres* i rutineprægede og kropsliggjorte praksisser, hvilke robotudviklerne har svært ved at indfange med det blotte øje. Den pågældende robotudvikler overvejede derfor selv at sende en medarbejder ud og arbejde med håndværkerne, for på den måde at få en kropslig og sproglig viden om arbejdsprocesserne. Spørgsmålet er dog, hvor længe en sådan 'praktikperiode' skal vare, før medarbejderen får tilstrækkelig viden med sig hjem, og i forlængelse heraf, hvilke kompetencer medarbejderen skal have, for at hans observationer og erfaringer faktisk *kan* oversættes til viden, der kan bruges i robotudviklingsprocessen.

For nogle af de brugerorienterede robotudviklere var det på denne baggrund en central erfaring, at jo tidligere brugerne blev inddraget i designprocessen, desto bedre. Som én forklarer:

Hvis jeg skulle gøre det anderledes i dag, ville jeg have lavet en mere simpel udgave fra starten, og så have taget ud og testet den dér, og på den måde have fundet ud af, hvordan den fungerede, og hvad der skulle til for at få den til at fungere.

4. Arbejdet på byggepladsen

I denne fjerde del af rapporten fremlægges resultaterne af feltarbejdet på de tre byggepladser, der har været inkluderet i undersøgelsen. Det er således håndværkernes, byggeledernes og arbejdsmiljørepræsentanternes arbejde og forestillinger om robotteknologi, der er omdrejningspunkt for den følgende analyse.



Billede af håndværkernes arbejde fra det antropologiske feltarbejde.

Forventninger til robotteknologi i byggebranchen: Åbenhed og fravær af modstand

Der synes generelt at være en langt større åbenhed over for robotteknologi i byggebranchen, end flere af de tidligere nævnte rapporter og analyser antager. Som tidligere nævnt har byggebranchen notorisk ry for at være konservativ og skeptisk overfor anvendelsen af nye innovative løsninger. Til trods herfor ser håndværkerne selv mange gode muligheder – om end også begrænsninger – i forhold til både arbejdsmiljø og effektivisering af deres daglige arbejde. Håndværkerne peger generelt på, at nye (robot)teknologiske løsninger er velkomne, så længe det hjælper dem i en række konkrete henseender. Som vi skal se i det følgende, knytter denne åbenhed over for nye robotteknologiske løsninger sig især til tre forskellige, men

indbyrdes afhængige forventninger til teknologiernes effekt: *Fysisk aflastning, effektivisering, og øget professionel stolthed*. Det er således en væsentlig pointe i denne undersøgelse, at selvom udsigter til nye teknologiske landvindinger ofte afføder utopiske såvel som dystopiske forestillinger om, hvad teknologi kan bibringe mennesket (Ballegaard & Aarhus 2009), så er de dystopiske forestillinger om teknologiens indtog i håndværkernes egen hverdag fraværende. I modsætning til plejesektoren, hvor indførelsen af velfærdsteknologi eksempelvis har rejst kritiske røster om, hvorvidt 'kold' teknologi vil erstatte 'varm' menneskelige omsorg og kontakt (Ertner 2015; Schwennesen 2016), finder vi i denne undersøgelse primært positive forventninger og erfaringer, med hensyn til robotteknologiens indtog i byggebranchen. Det betyder imidlertid *ikke*, at håndværkerne ikke ser en række udfordringer og begrænsninger i forbindelse med anvendelsen af robotter. Pointen er blot, at der hverken er modstand mod eller frygt for teknologien at spore.

Fysisk aflastning og effektivisering

Først og fremmest peger flere håndværkere på, at hjælpemidler, der kan lette deres arbejde, er eftertragtede. Som en murer ihærdigt forklarede, alt imens han var travlt optaget af at løfte den ene gasbetonblok efter den anden op fra en palle på gulvet og hen til spanden med mørtel i det rum, hvor han var i gang med at mure en væg:

Du må få nogle til at udvikle en palleløfter, der kan hejse blokkene op, så vi ikke skal løfte dem op nede fra jorden. Det er skide tungt i længden, og når man har været i gang en hel dag, slipper kræfterne op. Vi kommer til at skulle arbejde, til vi bliver 70 år, men det bliver svært, sådan som det er nu. Vi slæber os jo ihjel.

Denne murer fremhævede hjælpemidlernes potentiale til at aflaste dele af det hårde fysiske arbejde, der blandt andet indebærer, at han og hans kollegaer hver især løfter tusindvis af kilo på en dag. En tømrer påpegede en lignende pointe. Hans daglige arbejde består i at sætte gipsplader op i en række nybyggede lejligheder, og ligesom murerarbejdet beskrives et sådan arbejde som 'hårdt' og 'nedslidende'. At bære, løfte og montere de mange gipsplader er ifølge tømrerne således ikke alene hårdt i ben og arme, men også i hænder og skuldre, som følge af de mange skruer, der dagligt skrues i pladerne. Som den pågældende tømrer forklarer, er robotteknologi, der adresserer denne problematik, velkommen:

Det er virkelig hårdt fysisk arbejde det her, og jeg tror, den eneste grund til, at jeg kan blive ved, er, fordi jeg træner i min fritid. Men jeg kan ikke se, hvordan jeg skal kunne klare det hele vejen, til jeg bliver pensioneret. Det er da også derfor, at jeg ikke er bange for de robotter, der måtte komme en dag. Det ville da være den rene luksus, hvis de kunne tage de tunge løft her. Eller hvis jeg kunne få sådan en robotdragt på, hvor den så løftede det tunge for mig. Det ville da være genialt. Det er jo styrke, vi mangler, og vi skal jo stadig styre robotterne, så jeg er ikke bange for, at de ville tage mit arbejde. Der ville stadig være brug

for os til at vurdere, om det er gjort ordentligt, og til at kordinere arbejdet med de andre på pladsen. Den slags.



Billeder af håndværkernes arbejde fra det antropologiske feltarbejde.

En stålarbejder, der dagligt arbejder med at montere tonstunge stålbjælker, forestiller sig på samme måde, at en robot kunne aflaste hans arbejde. Selvom arbejdet med at montere stålbjælker er dybt afhængig af en kran, der således løfter, transporterer og holder de enkelte elementer, imens to stålarbejdere derefter monterer elementet i hver sin ende, er den enkelte stålarbejders arbejde fysisk hårdt. Som én forklarer:

Det er tit at jeg tænker, at jeg ville ønske, jeg havde mere styrke i min krop. Også selvom noget måske ikke er super tungt at bære, så skal vi stadig stå og støtte og lirke det i lang tid ad gangen, og det er hårdt. Hvis jeg nu bare havde en super stærk robotarm, så ville jeg kunne holde stålbjælken meget nemmere, imens jeg monterede den. Det meste af tiden bliver vi jo nødt til at støtte elementerne og lirke dem på plads, også selvom kranen holder dem, og det er virkelig hårdt. Det er der, hvor en robotarm ville være god.



Billede af arbejdet med at montere stålelementer fra det antropologiske feltarbejde.

Den samme stålarbejder drømte sig ligeledes til, hvordan en sådan robotarm ikke bare ville aflaste, men også effektivisere arbejdet på byggepladsen. Et typisk kendetegn for arbejdet er, at det er helt afhængig af de kraner, der kan løfte, transportere og holde elementerne. I løbet af feltarbejdet var der dog lange ventetider på byggepladsens tre kraner. Hver eneste gang et element skulle monteres, var der således ventetid forbundet med den enkelte kran, der kørte i pendulfart mellem de forskellige håndværkere, der havde brug for den på byggepladsen. Det var, da vi havde ventet i en time på en kran, at stålarbejderen ovenfor selv knyttede sin drøm om en robotarm, der kunne aflaste hans arbejde, til en drøm om, at den samme arm kunne effektivisere arbejdet på pladsen:

Hvis nu bare jeg og min makker havde en arm hver, der var så stærk, at vi kunne holde bjælken selv, når bare kranen havde løftet den op, så kunne vi frigive kranen meget før, og så kunne den komme videre til de næste.

Det er således et generelt fænomen blandt håndværkerne i denne undersøgelse, at åbenheden over for nye teknologiske tiltag især knytter sig til forventningen om, at disse vil aflaste det fysisk krævende arbejde. Måske ville teknologierne endda effektivisere arbejdet for dem – eller rettere *sammen* med dem. For en enkelt smed var denne forventning endda blevet indfriet, da han på en anden byggeplads stiftede bekendtskab med en svejserobot. Som han forklarer om denne erfaring:

Svejsroboten gjorde, at vi slap for at stå i den her stilling i hundrede år. Vi skulle stadigvæk have værn på selvfølgelig, fordi vi skulle holde øje med hvordan den svejsede og der var også meget røgdudvikling der. Så det, den egentlig gjorde for os, var, at vi slap for at stå i den stilling der og blive varm på fingrene, fordi det bliver man ellers, når man svejser. Med svejsning, lige meget hvad for noget svejsning, du laver, så er der varme og gnister eller gløder, og det får vi altså ind i vores handsker eller ind på kroppen. Så den robot der, den aflaster os, så vi slipper for at stå der så længe. Det var skide godt.

En sådan tilgang til aflastning af arbejdet med robotteknologiske løsninger var også gennemgående blandt byggeledere og arbejdsmiljørepræsentanter. Som en byggeleder fremhæver, er det *”som at få fingrene i et Fætter BR katalog op til jul, når der kommer nye teknologier på markedet, fordi selvfølgelig kan du minimere noget u hensigtsmæssigt arbejde med noget ekstra avanceret udstyr af en eller anden art”*. På samme måde forklarer en arbejdsmiljørepræsentant, at *”der er masser af u hensigtsmæssige arbejdsstillinger derude, og vi prøver virkelig på at få elhejse og elvogne og den slags ting og sager ud, så der ikke skal skubbes og løftes og man ikke skal gå for meget op og ned af trapper”*.

I flere tilfælde udmundede behovet for aflastning sig ikke bare i drømme om og erfaringer med (robot)teknologiske hjælpemidler. Selvopfundne løsninger, der ikke bare var til aflastning, men også effektivisering af arbejdet, var ligeledes et udpræget fænomen blandt håndværkerne på de tre byggepladser. Hvad enten det var håndværkere, der spekulerede i at hejse materialer op fra jorden til tredje sal i stedet for at bære det op ad smalle trapper; håndværkere, der byggede en løsning, som kunne holde og støtte de elementer, der skulle monteres i lofterne, så de ikke skulle stå og holde dem i lang tid selv; eller håndværkere, der spekulerede i at slæbe materialer efter sig i en mobil kran, fordi den store kran ikke var tilgængelig da der var behov for den: Det var et gennemgående træk, at håndværkerne løbende improviserede og forsøgte at opfinde deres egne løsninger og hjælpemidler, der både kunne gøre arbejdet nemmere og mere effektivt. Som en håndværker forklarede om sin selvopfundne løsning: *”Det er sådan, det er at være på akkord. Så finder man på lidt selv”*. Det er i konteksten af en sådan improvisation, hverdagslig innovation og hårdt fysisk arbejde, hvor flere oplever smerter i skuldre, arme, fingre og knæ, når de går hjem fra arbejde, at robotteknologiske løsninger hilses velkommen. Når blot de bidrager til at aflaste og effektivisere det fysiske arbejde.

Professionel identitet og stolthed

Ud over at knytte nye (robot)teknologiske løsninger til forventningerne om at forbedre arbejdsmiljøet og effektivisere arbejdet, spekulerede nogle håndværkere i, at robotter muligvis kunne øge kvaliteten af deres produkt og således bidrage til en øget professionel stolthed. En tømrer, der havde hørt om de murerrobotter, der er udviklet i udlandet, forestillede sig, at sådanne robotter ikke bare er ’smarte’, men også kunne ’lave murværket meget mere præcist end mennesker’, hvilket han anså som en fordel. At robotteknologi således

kan bidrage til at øge kvaliteten, og at man som professionel vil tage positivt imod sådanne teknologier, blev bekræftet af en smed, der selv havde erfaring i at anvende en svejserobot. Som han forklarer:

Det var smart med den svejserobot og det produkt, du leverer, det ser jo skide godt ud. Svejsningen er jo ensartet, og du kan se, at der ikke er én ujævnhed. Når man laver en svejsning normalt, så kan du tydeligt se, at den er svejset med hånden, fordi så nogle gange så rammer armen noget, og så hopper den lidt. Men det er der slet ikke noget af med robotten. Den kører bare og det er *fuldstændig* ens. Dét kan man ikke som menneske! Jo jo, bevares, det kan man måske godt, men ikke otte timer i træk. Men robotten er jo ligeglad. Den kører bare, så længe der er strøm.

Ifølge denne smed er arbejdet med robotten således med til at skabe en professionel stolthed over det færdige produkt, der fremstår i en perfektioneret udgave.

Blandt størstedelen af håndværkerne i denne undersøgelse var der en udpræget stolthed over det udførte arbejde. Flere forklarede eksempelvis, hvordan de glædede sig til at besøge byggeriet, når det stod helt færdigt, og hvordan de glædede sig til at kunne vise det frem til deres familie og venner som et produkt, de havde været med til at skabe. De fortalte også ofte om, hvordan de ikke alene gik efter at komme med på byggeprojekter, hvor 'pengene er gode'. For flere handlede det også om at være med til at skabe større prestigebyggerier. På samme måde fortalte flere med stolthed i stemmen om de byggerier, de tidligere havde lavet. Som én håndværker udtrykte det: *"Jeg var med til at bygge et nyt koncerthus, og dét var altså et flot byggeri. Jeg har lige købt billet til én af de første koncerter derinde, så jeg kan komme ind og se, hvordan det er blevet"*. Selvom flere håndværkere taler om deres arbejde som noget, der 'gøres for pengenes skyld', spiller stolthed og anerkendelse således også en væsentlig rolle. Og hvis robotteknologiske løsninger også kan bidrage hertil ved at øge kvaliteten af det endelige produkt, så hilses de velkomne.

Udfordringer i forbindelse med anvendelse af robotteknologi på byggepladsen

Trods positive forventningerne til robotteknologiernes indtog på byggepladserne pegede flere også på en række, ofte helt basale, udfordringer og begrænsninger. I de følgende afsnit udfoldes disse.

Tidspres udfordrer

En helt central udfordring, der ofte blev fremhævet blandt håndværkere, byggeledere og arbejdsmiljørepræsentanter, var mangel på tid og behovet for at løse en opgave hurtigt. Flere håndværkere knyttede dette behov til deres akkorder og forklarede således også, at selvom visse opgaver krævede to mand at gennemføre, så bestræbte man sig på at klare opgaven alene, for så kunne man nå mere. Det var således en udbredt erfaring, at arbejdet skulle gå stærkt. Måske også, fordi et byggeri er præget af, at når én faggruppe er færdig, skal den næste til, hvorfor man bestræber sig på at være færdige med det pågældende arbejde til

tiden. En arbejdsmiljørepræsentant forklarede også, at der flere eksempler på, at tidspres vanskeliggør anvendelsen af teknologiske hjælpemidler:

Selvom de har en gravemaskine, så tager de alligevel håndskovlen, fordi de tænker, 'ej inden jeg når at sætte mig ind i gravemaskinen og får udtænkt, hvordan den virker, så har jeg næsten gravet hullet selv'. Så ud over, at det handler om oplæring og uddannelse af folk, så handler det også om tid. Det skal være noget, der er handy, og det skal bare ikke være alt for bøvlet. Vi har haft et *hav* af hjælpemidler men altså... det er ligesom at i stedet for at tage stigen, så hopper man ned. Man tager den hurtigste og den nemmeste løsning.

Dette blev bekræftet af en række håndværkere på byggepladserne. Én forklarer eksempelvis, at han har svært ved at forestille sig, at robotterne ville kunne fungere i hans arbejde. Det vil være hurtigere at gøre arbejdet selv:

Jeg har svært ved at se det for mig, det der med robotter. På den tid vi ville bruge på at sætte den op og gøre den klar, så kunne vi jo have nået at klare opgaven selv med håndkraft. Vi tænker jo hele tiden på at effektivisere vores arbejde, så vi kan gøre det hurtigere, så vores hjælpemidler og maskiner *skal* være hurtige. De skal ikke forsinke os.

En anden håndværker deler denne betragtning, og forklarer hvordan nogle hjælpemidler ikke bruges, når de er for langsomme:

Altså vi har jo faktisk sådan en maskine, en eldrevet transportvogn, vi kan bruge til at løfte og montere elementerne. Den har sådan nogle sugekopper som man sætter på elementerne, og så kan den løfte dem hen til det sted, hvor de skal monteres, og så tilte dem op af væggen der. Så slipper vi for at slæbe, men altså, inden vi havde fået sat de sugekopper på og fået bakset med maskinen, var der allerede gået fem minutter, og på den tid kunne vi jo have sat den op selv. Den er alt for langsom lige til det formål, så det bruger vi den ikke til. Vi bruger den kun til at transportere elementerne rundt, så vi ikke skal slæbe dem. Så de maskiner, vi bruger, de skal altså være hurtige, for ellers bliver det simpelthen for bøvlet.

Det var således en generel opfattelse blandt håndværkere, byggeledere og arbejdsmiljørepræsentanter på byggepladserne, at hvis teknologiske hjælpemidler er for langsomme at anvende og således forsinker arbejdet, så tilsidesættes de. Det er dog ikke altid at teknologiske hjælpemidler *kan* tilsidesættes. Som allerede beskrevet afhang stålarbejdernes arbejde eksempelvis i høj grad af teknologiske hjælpemidler, og de havde derfor ikke mulighed for at udføre arbejdet uden dem. Denne afhængighed betød imidlertid ikke, at hjælpemidlernes langsommelighed ikke var i fokus. Det udgjorde således et irritationsmoment blandt stålarbejderne, når de var tvunget til at vente på en kran, der kunne hjælpe, eller når de var nødsaget til at

bruge tekniske hjælpemidler, der var tunge og besværlige at flytte rundt på pladsen. Samme irritationsmoment kunne opstå, blandt håndværkerne generelt, når det tog tid at lokalisere et hjælpemiddel, som man havde brug for, for at komme videre med arbejdet, men som man ikke umiddelbart kunne finde på pladsen.

Den form for ventetid og besværligheder foranledigede ofte, at håndværkerne gav udtryk for, at de ville ønske, de kunne klare opgaven selv. Én håndværker forklarede eksempelvis at *”det her med at gå og lede er rigtig irriterende, fordi det er tid brugt på alt muligt andet end det konkrete arbejde. Det er nu, jeg ville ønske, at jeg kunne klare arbejdet uden de her hjælpemidler”*. Sådanne udtalelser stemmer ikke alene overens med robotudviklernes erfaring, nemlig at fremdrift i arbejdet prioriteres højt og også ofte *over* hensynet til arbejdsmiljøet. Det peger også på den helt centrale udfordring, at teknologiske løsninger tager tid at sætte op og få på plads. Som én slår fast:

Du kan godt se, at det er svært at få robotter ud her. Hvordan skulle vi kunne flytte robotten fra sted til sted på sådan en plads her? Det er det, at når vi har nogle tekniske hjælpemidler, så skal det ikke være alt for bøvet. Hvis vi nu fik en robot til at sætte nogle elementer op med, så inden vi har nået at køre robotten derover, så har vi jo nået at sætte det op selv. Det er jo meget hurtigere. Mange af os går jo på akkord her, så vi tænker i kroner, ører og tid. Så det skal bare være nemt og hurtigt at bruge. Hvis det bliver for besværligt, så bruger vi det bare ikke.

Her fremhæves også en anden central udfordring, nemlig hvordan vilkårene på byggepladsen komplicerer robotens anvendelighed. I det følgende uddybes denne problematik.

Trang plads og planlægning udfordrer

En helt central udfordring som flere fremhæver knytter sig til de vilkår, der eksisterer på byggepladserne. Det handler især om den trange plads, som håndværkerne ofte har at arbejde på. Som en byggeleder forklarer:

Det var egentlig planen, at vi ville bruge robotsvejsning herovre, men på grund af stillads og de trange rum, du kan se, så kunne vi ikke få det til at køre. Robotten fyldte simpelthen for meget. Så vi droppede det, og gjorde det manuelt i stedet (...). Vi kunne se, at det ville ikke komme til at fungere, for det ville tage længere tid med opstilling og at flytte rundt på den og baksere den på plads, end det ville gøre for os bare at smide en mand derop og gøre det manuelt.



Billede af byggeplads fra det antropologiske feltarbejde.

Trang plads er således en konkret udfordring i forhold til anvendelsen af robotteknologiske løsninger, der i nogle tilfælde har brug for mere plads at arbejde på end en mand, og ikke lige så nemt kan komme ind på trange områder. I løbet af feltarbejdet på byggepladserne var trang plads da også ofte en udfordring for anvendelsen af allerede eksisterende teknologiske hjælpemidler. Blandt håndværkerne kom dette eksempelvis til udtryk, når de skulle flytte rundt på maskiner som deres arbejde var helt afhængig af. Nogle maskiner var imidlertid så tunge og store, at det var kompliceret at transportere dem gennem smalle dørkarme og op og ned ad snævre trapper. I de tilfælde brugte to mand kræfter på at bære dem imens de tippede dem på skrå så de kunne komme igennem de trange døre og trappeskakter. Som en håndværker forklarede, var dette arbejde 'bøvlet' og 'nærmest umuligt':

Der er en masse bøvlet i det her arbejde. Det er nærmest umuligt for os at få maskinerne rundt på den her byggeplads. Vi kan nærmest ikke få dem op og ned og rundt. Det er derfor, at maskinerne bare ikke må være tunge og store. På det her byggeri kan vi faktisk ikke engang få andre maskiner op, for vi har ikke nogen hejs. Og når først byggeriet er lukket som det er nu, så kan kranen jo ikke længere hjælpe. Så i første omgang er det vigtigste jo også bare at få pladsen lavet sådan, at vi kan få maskinerne og materialerne op og ned.

Som håndværkeren ovenfor påpeger, er det ikke alene et problem at få maskinerne ind og rundt på den trange plads, der arbejdes på. Det kan ligeledes være problematisk at få maskinerne *op* på den pågældende etage, hvor der arbejdes, når først byggeriet er lukket, og der ikke er installeret hejse eller elevatorer i bygningen. I de tilfælde kan en kran ikke længere løfte maskinerne op og sætte dem af på den pågældende etage, og det er ifølge denne murer derfor helt centralt, at byggepladsen indrettes sådan, at transporten af maskiner og materialer rundt på pladsen under hele byggeprocessen afhjælpes med hejse og elevatorer. Derfor er det

ifølge håndværkerne afgørende, at byggeriet planlægges sådan, at de nødvendige materialer og maskiner står klar på de etager, hvor de skal anvendes. Som en håndværker forklarer:

Vi var en hel dag om at få den der edderkoppelift ind her. Vi kan jo ikke undvære den, så vi SKULLE have den ind og det tog os så en hel dag! Det var så sindssygt besværligt, og det er jo helt tåbeligt, når man tænker på, at man jo kunne have sørget for, at den var her, da vi kom. Altså, man burde jo sørge for at planlægge byggeprocessen sådan, at alle de materialer og maskiner og hjælpemidler, som vi skal bruge, kommer ind, inden man lukker etagerne. Så slipper vi for at skulle slæbe det rundt fra etage til etage, som vi tit ikke engang kan.

Hvor det i dette tilfælde lykkedes at få den pågældende maskine ind, var det andre gange umuligt at få dem op, hvorfor håndværkerne måtte klare opgaven med håndkraft. Blandt håndværkerne blev det også ofte påpeget, hvordan god planlægning kunne afhjælpe et andet problem relateret til den trange plads. Således fortalte flere, hvordan den trange plads ligeledes skyldtes, at alle faggrupper gik og arbejdede på pladsen på samme tid. Ifølge håndværkerne i denne undersøgelse udfordrer dette problem anvendelsen af robotteknologiske løsninger, der kræver plads. Som én forklarer:

Det er svært at se robotterne for sig på en byggeplads som den her, for her er jo slet ikke plads til maskiner, der kræver plads. Pladsen er simpelthen så trang, og så går vi jo også alle sammen oven i hinanden. Hvis vi nu kun var os og ikke også de andre, så var der da i det mindste lidt mere plads til større maskine, der kunne hjælpe os med at løfte og montere. Men som det er planlagt lige nu, er det jo umuligt. Vi kan jo dårligt være her, når de andre også har alle deres ting stående.

Ifølge håndværkerne er det således afgørende, at byggeprocessen planlægges på en sådan måde, at der skabes forhold, som tillader de enkelte faggrupper den nødvendige plads at arbejde under. Som en anden håndværker fortæller, handler det eksempelvis om at sikre, at når der skal monteres vinduer, skal der ikke være andre, som arbejder i det pågældende rum på samme tid: ”*Jamen, de satte jo vinduer i her, inden vi begyndte, og der havde man sikret sig, at de arbejdede alene, for den maskine, de skal bruge, den kræver rigtig meget plads. Og så nytter det jo ikke, at vi står og fylder her samtidig med alle vores gipsplader*”.

I løbet af feltarbejdet var der imidlertid mange eksempler på fysiske lokaliteter, hvor pladsen til større maskiner reelt var fraværende. Murerne arbejdede således eksempelvis flere gange i de samme lejligheder som en gruppe tømrere, og selvom de forsøgte at planlægge deres arbejde sådan, at de undgik det, var det ikke altid muligt. På samme måde oplevede tømrerne, hvordan en gruppe smede arbejdede i den samme lejlighed som dem. Selvom dette ikke i udgangspunktet udgjorde et problem for udførelsen af arbejdet, var det alligevel et vilkår, som håndværkerne fremhævede i forbindelse med anvendelsen af teknologiske hjælpemidler. Som en håndværker forklarer:

Nu kan du se, smedene er i gang, og de har alle deres ting til at ligge her på gulvet. Det gør det jo noget svært at komme rundt. Sådan er det, det er et vilkår for vores arbejde, som vi er vant til, og jeg kan jo godt komme omkring, men forestil dig at en robot skulle kunne det. Det ville da være umuligt.

På samme måde forklarer en smed, som tidligere har arbejdet med svejseroboter, hvordan den trange plads på byggepladsen også ofte er ujævn og svært fremkommelig. Det stiller krav til den robotteknologiske løsning, der således må kunne navigere uden om forhindringer og på et ujævnt underlag:

Det er jo vigtigt, at robotten kan køre over et ujævnt terræn, når den skal arbejde på en byggeplads som den her. Der kan være ting, der forhindrer den i at komme frem, og så skal den kunne komme frem og se, er det her jeg [robotten] skal arbejde, nej, jeg skal flytte mig lidt. Men det kan den ikke, for der er noget i vejen. Det er altså noget af en programmering, der skal til.

Ifølge håndværkerne problematiseres den praktiske anvendelse af robotteknologiske løsninger således af trang plads, ujævnt terræn og manglende planlægning, og de fremhævede ofte, hvordan anvendelsen af teknologiske løsninger skal tænkes ind tidligt i planlægningen af byggeprocessen, så den nødvendige plads kan tilgodeses.



Billede af byggeplads fra det antropologiske feltarbejde.

I løbet af feltarbejdet betød mangelfuld planlægning ydermere, at de tegninger, som håndværkerne fik udleveret til at arbejde efter, enten ikke var præcise, eller at de løbende blev ændret. Håndværkerne oplevede således flere gange, at der ikke var angivet præcise mål på de tegninger, de havde at arbejde efter, hvorfor de vedvarende måtte bruge tid på at spørge byggelederen om yderligere information. Som en håndværker forklarer, er dette ”*et irriterende element, fordi det trækker vores akkord ned, så næste gang tager vi sgu en*

højere pris for det her arbejde”. Det skete også flere gange, at håndværkerne blev bedt om at nedrive de elementer, de netop havde sat op, fordi plantegningerne var blevet ændret. At planerne således løbende ændres undervejs var et almindeligt fænomen, og stiller igen store krav til fremtidens robotteknologiske løsninger i byggebranchen, der – hvis ikke de planlægningsmæssige udfordringer håndteres - også skal kunne programmeres til at kunne nedrive og fjerne samme materialer, som de netop, effektivt og præcist, har sat op.

Professionelt håndelag og faglig vurdering

En central udfordring, som flere håndværkere fremhæver i forbindelse med anvendelsen af robotteknologi, er behovet for det professionelle håndelag og evnen til faglige vurderinger i situationen. Flere vurderer således, at robotter vil have vanskeligt ved at håndtere de forskydninger og forandringer, der ofte forekommer i byggeprocessen undervejs. Det kunne eksempelvis være når et betonunderlag er lagt med få millimeters afvigelse fra tegningen. De elementer, som efterfølgende skal monteres, passer som en konsekvens heraf ikke som de skulle, og håndværkerne må derfor bore nye huller eller endda tilpasse elementet, så det passer. Som en håndværker forklarer, problematiserer sådanne forhold anvendelsen af robotter, som har brug for standardiserede og ensartede forhold at arbejde under:

Her kan man ikke bruge robotter. Der er brug for menneskehænder. Altså, du kan jo bruge robotter, hvis du har noget arbejde med den samme gentagelse hele tiden. Men det er der ikke her. Også selvom man kan sige, at det jo sådan set handler om at få alle de her elementer monteret i loftet. Problemet er bare, at det er ikke sikkert, at tingene er sat nøjagtigt, som de burde. Det vil sige, at før du kan arbejde, så bliver du nødt til at tjekke med øjet, om elementerne kan passe, og hvis ikke de kan passe, må du regne ud, hvad du så kan gøre. Så derfor kan du ikke sætte en robot til det. Jo, så skal maskinen *virkelig* være programmeret, og den skal have et øje til at kunne se tingene. Det ved jeg også godt, at der er robotter, der kan, bevares, men stadigvæk. Det er så tit, at vi oplever, at det ikke kan lade sig gøre at gøre det, der var meningen. Hvis du fx kigger op i loftet, så kan du se, at de steder, hvor der er sat en hvid afmærkning, der har vi faktisk taget et beslag af, som lige nøjagtig sad forkert, og flyttet det. Der kan du sige, der kan du ikke få en robot til at arbejde. Det er det, der gør, at mennesket er nødt til at gå ind og gøre det. Men altså selvfølgelig, hvis nu det arbejde, der var blevet lavet *forud* for vores arbejde, var lagt 100 % præcist, jamen så ville det jo passe med de tegninger, der er blevet produceret, og så kan du sige, okay, så ville det virke. For det her, det er et spørgsmål om menneskelige fejl. Der er nogle, der er startet forkert, og den fejl forfølger byggeriet hele vejen rundt, så du har en forskydning af nogle punkter, der gør, at jeg ikke kan sætte elementerne op, som jeg burde kunne gøre. Og det er lige meget, hvad du gør, så har du den slags fejl i et byggeri... Den menneskelige fejl opstår altid, det er dælmme svært at undgå, og den fejl vil tit og ofte følge de ting, der er i projektet, især hvis man ikke når at korrigere for det i tide.

Ifølge håndværkerne er det således ikke alene sådan, at den professionelle vurdering vedvarende må tages i brug, når tingene ikke nødvendigvis er, som de synes på en tegning. Det er også denne vurdering, der problematiserer en automatisering af arbejdet, da det vedvarende indebærer, at elementer skal tilpasses de omstændigheder.

Utilpassede elementer

I forhold til anvendelsen af robotteknologi fremhæver håndværkerne også, at de elementer de arbejder med, ikke nødvendigvis passer til det teknologiske hjælpemiddel. Slet og ret fordi elementer eller bygninger er designet anderledes end de *forestillinger om praksis*, der lå til grund for designet af hjælpemidlet. Som en håndværker eksempelvis forklarer, imens han bærer nogle elementer på sine skuldre: ”*Her burde vi have en vogn, der kunne transportere pladerne, men den transportvogn vi har, kan ikke fungere, fordi elementerne er for lange til den*”. På samme måde forklarer en smed, der må svejse selv, fremfor at lade robotten klare opgaven:

Det afgørende for at kunne bruge den svejserobot sådan et sted som her, det er, at der skal være en glat jævn overflade, som du kan fastgøre den slæde på, som robotten bruger til at køre på. Men hvis du kigger på de her elementer, så er nogle af dem helt glatte og fine, og de fungerer jo til robotten, men på nogle af de andre er der sådan nogle små hylder. Og så kan man ikke sætte den skinne op.

Således kan en udfordring være, at de enkelte elementer ikke altid er tilpasset de krav robotten eller hjælpemidlet stiller. Robotter og hjælpemidler har så at sige en række behov, der skal tilfredsstilles, før de kan virke efter hensigten. Dette berører alle led i byggeprocessen, også arkitektens kreative design, da runde facader eksempelvis kan skabe udfordringer for en robot, der er designet til at svejse på snorlige strækninger.

Det billigste tilbud

En sidste central udfordring i forhold til brugen af robotteknologi, knytter sig ifølge håndværkerne til det forhold, at mange entreprenører bestræber sig på at udarbejde det ’billigste tilbud med de billigste løsninger’. Som en håndværker forklarer, betyder dette, at de ikke altid får stillet de maskiner eller hjælpemidler til rådighed, der kunne aflaste arbejdet. De er for dyre at anskaffe sig eller leje:

De gode løsninger, der kan hjælpe os, bliver tit ikke brugt, fordi de er for dyre. Firmaerne vil ikke investere i dem, for det gør deres tilbud for dyre, og så hyrer bygherren dem ikke. Det sker hele tiden, at firmaerne laver de billigste tilbud med de billigste løsninger.

Dette betyder, at den enkelte håndværker risikerer at få stillet de billigste tekniske hjælpemidler til rådighed, som ikke nødvendigvis aflaster deres fysisk hårde arbejde. Som en anden håndværker uddyber, er det derfor

altafgørende at 'kæmpe' for at få adgang til de bedre hjælpemidler, om end denne kamp problematiseres yderligere af, at konkurrencen er stor:

Mange [virksomheder] er ligeglade med, at vi nedslides – der kommer jo bare en anden, der gider gøre arbejdet. De laver jo hele tiden det billigste tilbud, de kan, med de billigste løsninger. De tænker sgu ikke på os, så vi må kæmpe *hver* gang. Nu har vi kæmpet os til det her stillads og så til en boremaskine, der gør, at man udsættes for meget mindre tryk. Men det er sgu ikke alle, der får dem. Det er kun dem, der råber højest.

Svært at få testet ny teknologi

Selvom flere robotudviklere som nævnt fremhæver betydningen af at teste teknologierne under de praktiske forhold, hvori de skal virke, er sådanne tests ikke altid nemme at gennemføre. Som en arbejdsmiljørepræsentant forklarer:

Jamen når byggeriet først er i gang, så er det altså svært at teste nye teknologier her, for så handler det bare om at komme ud over stepperne. Der er ikke plads til teknologi, der måske ikke virker, som de skal, eller tid til at prøve forskellige ting af. Det er derfor, det kunne være smart at få lavet et kunstigt setup af en rigtig byggeplads, og så kan leverandører tage derud og teste deres løsninger. Samtidig kan vi tage derud og få kendskab til de nye løsninger, der måtte være på vej.

5. anbefalinger og videre perspektiver

Som tidligere nævnt er det projektets formål, at skabe indsigt i hvad det er for nogle problematikker, der nødvendigvis må adresseres, hvis robotter skal kunne spille en central rolle i byggebranchen. Fokus er således dels på hvad robotteknologiske løsninger skal kunne for at matche de behov og udfordringer der findes i byggebranchen, dels på hvordan byggebranchen kan indrette sig for at imødegå robotens behov. På baggrund af rapportens beskrivelser og analyser kan der således gives en række anbefalinger til robotudviklerne og byggebranchen. I det følgende fokuseres således på det, man skal lægge vægt på, når man udvikler robotter og tager dem i brug på byggepladsen.

Anbefalinger

Det er en central pointe, at robotteknologiske løsninger med fordel kan adressere tunge løft og nedslidende arbejde i byggebranchen. Samtidig tyder det også på, at de vil falde naturligt ind i håndværkernes daglige arbejdsrutiner, hvis de bidrager til at øge kvaliteten og effektiviteten af det udførte arbejde. Optimalt set skal robotteknologi således ikke langsommeligøre arbejdet, men bidrage til, at arbejdet kan udføres hurtigere end ellers. Rapporten anbefaler derfor først og fremmest, at robotteknologiske løsninger bør udvikles, så de ikke er besværlige at bruge for så vidt, at de tager tid at sætte op, få på plads og anvende på byggepladsens ofte trange plads. Robotteknologiske løsninger bør udvikles på en sådan måde, at de er intuitive og lette at anvende.

Samtidig tyder det også på, at anvendelsen af robotteknologi medfører et udtalt behov for kompetenceudvikling. Det handler dels om, at blive i stand til at kunne betjene og anvende de nye robotteknologiske løsninger effektivt, dels om at planlægge og udføre arbejdsprocesserne anderledes end hidtil. Da anvendelsen af robotteknologiske løsninger ændrer karakteren af det udførte arbejde, kræver de også nye professionelle kompetencer, og det tyder på, at deres anvendelse skal planlægges tidligt i byggeprocessen, så byggepladsens forhold så vidt muligt matcher de krav robotteknologien stiller. Dertil hører, at robotteknologiske løsninger bør tilpasses de elementer, der skal bruges i arbejdet, ligesom de må udvikles med udgangspunkt i en indgående forståelse af de improvisatoriske og situationsbestemte løsninger, der løbende udvikles af håndværkerne på byggepladsen. I forbindelse med implementering af robotteknologi i arbejdet er det ydermere afgørende, at de pågældende håndværkere informeres og engageres i beslutningen om at anvende robotter. Dette er afgørende for at undgå modstand mod robotteknologierne. Sådanne anbefalinger peger således på, at byggebranchen er en case som er illustrativ for generelle udfordringer i robotindustrien, nemlig at robotteknologiske løsninger stiller nye krav til medarbejdernes kompetencer, opbakning og engagement i en række forskellige brancher (Mandag Morgen 2016).

Endelig tyder det på, at processen med at udvikle robotteknologi bør inddrage de kommende brugere aktivt. Det er således ikke altid nok at *tale* med potentielle brugere. For at få en forståelse for de arbejdsprocesser som robotten skal fungere i, er det nødvendigt også at *observere* og *deltage* i arbejdet. Denne rapport viser således, at arbejdet med at udvikle robotteknologiske løsninger kræver dybtgående indsigt i den hverdagslige praksis, som de pågældende løsninger nødvendigvis skal indgå i. Robotudviklere med interesse i at udvide til en ny branche, såsom byggebranchen, må derfor være opmærksomme på, at indsigten i hverdagspraksisser har stor betydning for, om robotteknologien vil lykkes eller ej. På den måde antyder rapportens resultater, at nærstudier af den praksis som teknologien skal fungere i, kan være med til at understøtte den fremadrettede forretningsudvikling i robotindustrien. Dette indebærer endvidere, at robotter bør afprøves tidligt i udviklingsforløbet så deres design og funktionalitet kan tilpasses de omstændigheder den skal fungere i.

Rapporten har også vist, at håndværkernes viden og erfaringer med, at håndtere og justere de løbende fejl, der opstår i byggeprocessen, spiller en afgørende rolle i det daglige arbejde. Dette håndlag, som ligeledes involverer behovet for løbende at tilpasse arbejdet de gældende omstændigheder, kan dog være udfordrende at matche med de robotteknologiske løsninger, der indtil videre er udviklet. Et afgørende spørgsmål er her, om fremtidens robotteknologiske løsninger skal designes, så de kan håndtere den 'virkelighed', vi ser på byggepladserne i dag, *eller* om de nye løsninger forudsætter, at byggeprocesserne (kan) detailplanlægges på nye måder.

Videre perspektiver

Rapportens beskrivelser og analyser antyder en række videre perspektiver som udfoldes nedenfor:

Kompetenceudviklingsbehov

For det første kan der spores et kompetenceudviklingsbehov hos flere forskellige målgrupper, der på forskellig vis kommer i berøring med de nye robotteknologier. Med et kompetenceudviklingsforløb kunne robotudviklerne eksempelvis få styrket deres kompetencer i at udvikle teknologier, som matcher de behov og udfordringer der findes i byggebranchen, imens de forskellige faggrupper på byggepladsen kunne få styrket deres kompetencer i, at sætte ord på den tavse kropsliggjorte viden og erfaring, som udviklingen af fremtidens robotter i høj grad skal kunne drage nytte af. Samtidig kunne et kompetenceudviklingsforløb rette sig imod de proces- og planlægningseksperter som har en interesse i, at planlægge byggeprocesserne således, at de formår at inkludere anvendelsen af robotteknologi. Sådanne kompetenceudviklingsforløb kunne med fordel kobles til yderligere antropologisk forskning og sparring i forbindelse med opfølgende projekter.

Implementeringsudfordringer

For det andet, antyder rapportens beskrivelser og analyser i høj grad, at udviklingen af teknologi ikke alene forudsætter teknisk snilde og ingeniørmæssige kompetencer. Udviklingen af robotteknologi kræver også

indsigt i, hvordan sådanne nye løsninger implementeres i praksis. Rapporten har søgt at illustrere den konkrete og faktiske hverdag, som robotter skal kunne fungere i på en byggeplads. Trods en række udfordringer, der langt hen af vejen peger i retning af, at man kommer til at kigge langt efter den forventede produktivitetsstigning, er det dog også rapportens anbefaling, at der forskes mere i det led af processen, som handler specifikt om implementeringen af ny teknologi. Det være sig både på byggepladser, men også i forbindelse med renoveringsprojekter i den danske byggebranche. Uden et sådan fokus er risikoen ikke alene, at nye teknologiske løsninger i værste fald afvises af brugerne, og i bedste fald anvendes på uhensigtsmæssige og ikke-planlagte måder. Risikoen er også, at de mange udviklingsinvesteringer går tabt, uagtet teknologiens potentialer og kapaciteter.

Implementeringseffekter

Denne rapport har fokuseret på byggepladser, hvor robotteknologi endnu ikke for alvor er taget i brug. Indenfor den nærmeste fremtid vil det imidlertid være relevant, at undersøge hvad der sker, når robotteknologien *faktisk* tages i brug og således konfronterer de mange faggrupper i deres daglige arbejde. En sådan konkret ibrugtagning rejser således nye spørgsmål om, hvordan robotteknologi i praksis og henover tid bidrager til at skabe nye rutiner, (sam)arbejdsformer, fagligheder, arbejdspladser og bygningsværker.

Normdannelse

Som rapporten har tydeliggjort, findes der en række *forestillinger* om, hvad der kan og ikke kan lade sig gøre i forbindelse med udviklingen og anvendelsen af robotteknologi i byggebranchen. Sådanne forestillinger findes blandt beslutningstagere såvel som blandt robotudviklere, håndværkere, byggeledere og arbejdsmiljørepræsentanter, og de fokuserer ofte på de parametre, der må til for, at byggebranchen kan opnå et forbedret arbejdsmiljø eller den estimerede produktivitetsforbedring. Dette kalder i høj grad på en videre undersøgelse af hvordan *normer* dannes i og omkring byggebranchen. På Institut for Antropologi, Københavns Universitet, fokuserer et netop op startet forskningsprojekt på normdannelse inden for miljøområdet. Formålet er blandt andet, at få indsigt i, hvordan sociale normer former menneskelig handling og adfærd. Et lignende projekt inden for byggebranchen, kunne bidrage til, at opnå viden om relationerne mellem normer, holdninger og handlinger, der eksempelvis begrænser og muliggør anvendelsen af ny robotteknologi.

Kulturel og global dimension

Rapportens undersøgelser er foretaget med fokus på danske robotudviklere og danske byggepladser. Da en stor del af potentialet for robotudviklerne også findes på det globale marked, og da byggebranchen i dag allerede er ved at transformere sig til en global arbejdsplads med et stigende antal udenlandske håndværkere, synes det oplagt at investere i yderligere forskning på området. Med fokus på hvordan kulturelle og sociale forskelle i forhold til arbejdsform, byggeprocesser, byggepladser, designtraditioner, materialevalg, hierarki,

samtaleformer mv. påvirker ibrugtagning af ny teknologi, kunne sådan forskning skabe stor værdi for de danske robotudviklere, der ønsker at udvikle løsninger til et globalt marked.

Litteraturliste

Akademiet for de tekniske videnskaber. 2009. *Fremtidens byggeerhverv: I et globalt perspektiv*. Redegørelse.

Arbejdstilsynet. 2015. *Anmeldte arbejdsulykker 2009-2014. Årsopgørelse 2014*. Arbejdstilsynet

Ballegaard, Stinne Aaløkke & Rikke Aarhus. 2009. Teknologiers mellemkomst i ambulans behandling og egenomsorg: med fokus på gravide kvinder med diabetes. *Tidsskrift for Forskning i Sygdom og Samfund*. Nr. 11.

By- og Boligministeriet og Erhvervsministeriet. 2000. *Byggeriets fremtid: Fra tradition til innovation*. Redegørelse.

Elfving, Rune Devantier. 2011. *Robotter på Byggepladsen*. Aalborg Universitet

Ertner, Marie. 2015. *Infrastructuring Design. An Ethnographic Study of Welfare Technologies and Design in a Public-Private and User Driven Innovation Project*. PhD Disertation, IT University of Copenhagen

EU-Kommissionen. 2013. *Robotics 2020 – Strategic Research Agenda for Robotics in Europe*. Bruxelles: EU-Kommissionen.

Foreningen af Rådgivende Ingeniører. 2016. *Forskningstema: Værdiskabelse i byggeriet gennem viden og ny teknologi*. Hentet fra: <http://ufm.dk/forskning-og-innovation/indsatsomrader/forsk2025/indkomne-indspil/organisationer/danske-ark/danske-ark-vaerdiskabelse-i-byggeriet-gennem-viden-og-ny-teknologi>

Hansen, Søren Tranberg. 2015. *Robotteknologi i Brand og Sikring. State-of-the-art og perspektiver*.

Hansen, Søren Tranberg & Jakob Fredslund. 2015. *Robotterne iblandt os*. Aarhus: Turbine

Hastrup, Kirsten. 2003. *Ind i verden. En grundbog i antropologisk metode*. Kirsten Hastrup (red.). København: Hans Reitzels Forlag

Ingeniøren. 2015. Robotter og VR-Briller er byggesjakkets nye medlemmer. Hentet fra: <https://ing.dk/artikel/robotter-og-vr-briller-er-byggesjakkets-nye-medlemmer-180852>

Ingeniørforeningen IDA. 2016. Droner og kunstig intelligens skal løfte Japans byggebranche. Hentet fra: <https://universe.ida.dk/artikel/droner-og-kunstig-intelligens-skal-loefte-japans-byggebranche-34333/>

InnoBYG & RoboCluster. 2016. *Robotter og droner kan forny byggebranchen*. Hentet fra: <https://www.innobyg.dk/media/70480/artikel%20%20robotter%20og%20droner%20kan%20forny%20byggebranchen.pdf>

Kristensen, Dennis. 2011. Vi skal styre robotterne. I *Social Politik, Tidsskrift for Socialpolitisk Forening*. Vol 1.

Leeson, Christina. 2017. *Anthropomorphic Robots on the Move. A Transformative Trajectory from Japan to Danish Healthcare*. PhD Dissertation. Department of Anthropology, University of Copenhagen

Mandag Morgen. 2016. *Når teknologien tager over, giver det plads til mennesket*. Særnummer om robotter og kunstig intelligens.

Mortensen, Michael. 2014. *Digitale værktøjer i det udførende byggeri*. University College, Campus Horsens

Politiken. 2013. *Robotter skaber flere job end de stjæler*. Hentet fra:
<http://politiken.dk/oekonomi/art5560329/Robotter-skaber-flere-job-end-de-stj%C3%A6ler>

Politiken. 2017. *It-direktør: Frygten for robotterne er vildt overdrevet*. Hentet fra:
<http://politiken.dk/debat/art5830163/Frygten-for-robotterne-er-vildt-overdrevet>

Produktivitetskommissionen. 2014. *Slutrapport – Det handler om velstand og velfærd*. København: Produktivitetskommissionen

RoboCluster. 2017. *Hvad er en robot?* Hentet fra: <http://robocluster.dk/hvad-er-en-robot.aspx>

Schwennesen, Nete. 2016. Et Omsorgsfuldt (selv)bedrag?: Om brug af robotter der imiterer mennesker i ældreplejen. *Gerontologi* Vol 32, No. 1,

Smith, Dansk EL-Forbund & TEKNIQ installatørernes organisation. 2016. *Produktivitetsudvikling. Teknologi og fremtidens byggeplads*.

Teknologisk Institut. 2017. *Frem grunde til at overveje cobots i din produktion*. Hentet fra:
<https://www.teknologisk.dk/yardelser/fem-grunde-til-at-overveje-cobots-i-din-produktion/37809>

Videnscenter for Arbejdsmiljø. 2016. Hentet fra: http://www.arbejdsmiljoviden.dk/Nyt/Nyheder/2016/November/28_Sundhed-paa-spil-i-byggebranchen