

Examensarbete

Byggingenjör 180 hp



Exoskelettets tillämpbarhet
på byggarbetsplatsen
utifrån ett
arbetsmiljöperspektiv

- En undersökning om byggarbetares uppfattningar och erfarenheter

Byggnadsteknik 15 hp

Halmstad 2022-05-13
Enis Bekteshi & Ali Balasini

Sammanfattning

Det är relativt vanligt att yrkesarbetare inom byggbranschen drabbas av arbetsrelaterade sjukdomar som kan leda till muskuloskeletala sjukdomar, även kallade MSB. Muskuloskeletala sjukdomar är sjukdomar som främst uppstår i leder, ryggen, axlarna samt sjukdomar i mjukvävnader, vilket i sin tur kan leda till sjukskrivningar. Enligt en rapport beräknas ca 1.71 miljarder människor världen över ha drabbats av någon form av MSB. En innovation som möjligtvis kan förebygga sjukdomen är exoskelett. Exoskelett är hjälpmedel som arbetare trär på över arbetskläder likt en väst, och syftar till att ge stöd åt arbetarna vid arbete över axelhöjd och huvudhöjd.

Syftet med föreliggande studie är att utifrån ett arbetsmiljöperspektiv redogöra för exoskelettets tillämpbarhet inom byggbranschen. Vårt mål med examenarbetet är att undersöka samt lyfta fram det som deltagarna i vår undersökning erfar och vidare ger uttryck för, efter att de fått testa på att utföra sina arbetsuppgifter med och utan exoskelettet.

I syfte att kunna besvara den föreliggande studiens frågeställningar och således nå våra mål med undersökningen, har kvalitativa metoder använts vid både genomförandet av undersökningen samt analysen av resultatet. Deltagarna i studien har intervjuats både innan samt efter att de fysiska testerna genomfördes. Observationer har genomförts i samband med testerna, med utgång från ett observationsprotokoll.

Resultatet av studien visade att majoriteten av deltagarna upplevde exoskelett som ett bra hjälpmedel, och majoriteten uttryckte att de dessutom kan tänka sig att använda dräkten i sitt yrke men dock inte till alla arbetsmoment. Resultatet visade även att exoskelett främst är tillämpbart för arbetsmoment som omfattar arbete över

axelhöjd, som tillexempel montering av undertak, måleri- och snickeriarbeten samt elinstallationer.

Slutsatserna som kan dras från studien är att majoriteten av deltagarna hade positiva uppfattningar om exoskelettets tillämpbarhet inom byggbranschen. Däremot upplevdes exoskelettet inte lika gynnsamt i alla arbetsmoment, främst då arbetarna utförde arbeten i trånga ytor och då de ofta skiftade arbetsställning från stående till sittande.

Abstract

MSD or musculoskeletal disorders and diseases that mainly occur in the joints, back and shoulders, affects a large number of construction workers. An innovation that could possibly prevent MSB is the exoskeleton. The purpose of this study is to address the applicability of the exoskeleton in the construction industry from a work environment perspective. Results from the studies showed that the majority of the participants experienced exoskeleton as a good aid, and they also considered using it continuously in their work, but only in some working steps like, workstep above shoulders. The conclusions that can be drawn from the study are that the majority of the participants had positive perceptions about the applicability of the exoskeleton in the construction industry.

Förord

Föreliggande examenarbete är skriven våren 2022 på högskolan i Halmstad. Vi är två studenter som går byggingenjörsprogrammet och vi vill passa på att rikta ett stort tack till samtliga inblandade som har hjälpt oss under arbetets gång.

Först och främst vill vi rikta ett stort tack till Hilti som lånade ut deras exoskelett till oss. Vi tackar i synnerhet Maria Henryson som främst var den som möjliggjorde lånet av exoskelettet.

Vi tackar även alla deltagare som har medverkat i vår studie. Utan de hade studien inte varit möjlig och deras medverkan har varit väldigt värdefull för oss och således även studien.

Vi vill även rikta ett tack till Heidi Norrström som givit oss tips på relevanta artiklar till studien.

Slutligen vill vi även rikta ett stort tack till vår härliga handledare Kristian Widén, som på ett pedagogiskt vis handlett oss genom examensarbetet samt givit oss uppmuntran och goda råd från start till slut.

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	10
-----------------------------	-----------

1.1	<i>Bakgrund</i>	10
1.2	<i>Problembeskrivning</i>	11
1.3	<i>Syfte & Mål</i>	11
1.4	<i>Frågeställningar</i>	12
1.5	<i>Avgränsningar</i>	12
1.6	<i>Metodbeskrivning</i>	12
2.	Teoretisk referensram	12
2.1	<i>Arbetsjukdomar</i>	12
2.2	<i>Exoskelett</i>	15
2.3	<i>Olika forskningsstudier</i>	17
3.	Metod/Metodval	20
3.1	<i>Kvalitativ metod & Interpretative phenomenological analysis</i>	20
3.3	<i>Systematisk observation</i>	21
3.4	<i>Semistrukturerade intervjuer</i>	22
3.5	<i>Tillvägagångsätt</i>	23
3.6	<i>Validitet och Reliabilitet</i>	24
3.7	<i>Databaser</i>	25
4.	Resultat	27
4.1	<i>Inledande fas</i>	27
4.2	<i>Testfas</i>	28
4.3	<i>Bearbetningsfas</i>	28
4.4	<i>Empiri från intervjuer och observationer</i>	29
5.	Analys	39
6.	Diskussion	42
6.2	<i>Reliabilitet och validitet</i>	44
7.	Slutsats	46
7.1	<i>Förslag till vidare forskning av studien</i>	47
8.	Referenser	I
9.	Bilagor	IV

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Byggbranschen är under ständig utveckling vilket bland annat visar sig i nya produkter som utvecklas och som syftar till att effektivisera och även till att främja hållbarhet inom arbetet, samt främja arbetarnas arbetsmiljö (de Looze et al. 2015; Bosch, van Eck, Knitel & de Looze 2016). Varje dag arbetar byggarbetare på allt ifrån broar, villor och andra typer av byggnader som exempelvis skyskrapor, vilket också medför vissa risker för arbetarna. Elektriker, snickare, målare och andra fysisk krävande byggyrken vars dagliga arbete omfattar moment som arbete över axelhöjd, lyft av tunga föremål eller ett ensidigt arbetet, kan på långsikt ge upphov till olika besvär eller skador i kroppen (Zhu et al. 2020). Dessa skador och besvär uppkommer ofta i muskler, leder, rygg, armar och axlar och kallas vidare för muskuloskeletala besvär och sjukdomar, eller MSB (AFA försäkring 2019). Det beräknas att 1.71 miljarder människor världen över lider av dessa besvär och sjukdomar och antalet beräknas att fortsätta öka under kommande årtionden (World Health Organisation 2021).

Det är således vanligt förekommande att arbeten inom byggbranschen kan leda till muskuloskeletala besvär och sjukdomar. År 2020 uppgick antalet företag inom byggbranschen till 362 000 stycken, vilka återfanns inom bygg och anläggning, elinstallation, ventilation, VVS, måleri, glasmästeri, maskinentreprenad samt byggnadsplåtslageri (Samuelsson, 2019). Enligt Samuelsson (2019) hade det inom dessa yrken registrerats 445 arbetsskador, sammanlagt. Enligt en annan studie är det dessutom tämligen vanligt att dessa byggarbetare sjukskriver sig på grund av att de utvecklade MSB, vilket även lett till att byggbranschen har fått omfattande kritik på grund av detta (Zhu et al. 2020). Arbetsskador som förekommer hos byggarbetare är främst på grund av långvarig belastning, vilket är ofta förekommande när man utför samma och ensidiga arbetsmoment under en längre tid. I längden kan dessa arbetsskador leda till sjukskrivningar.

I syfte att förebygga dessa arbetsrelaterade muskuloskeletala skador och besvär har företag lyckats utveckla en utrustning som kallas för exoskelett (Bosch, van Eck, Knitel & de Looze 2016). Det är däremot endast ett företag i Sverige som utvecklat ett sådant exoskelett, vilka är Hilti. Hiltis exoskelett heter EXO-01 och är ett passivt exoskelett som drivs utan batterier.

I dagsläget finns det förhållandevis få forskningsstudier som undersöker exoskelettets tillämpbarhet inom byggbranschen. De flesta studier som har gjorts har genomförts i kontrollerade former, i laborativa miljöer vilket inte speglar de verkliga förutsättningarna som byggarbetare möter ute på riktiga byggplatser (Zhu et al. 2020). Det har visserligen genomförts undersökningar ute på byggarbetsplatser men med ett ytterst begränsat antal deltagare (Lovric, O. 2021). Det finns därför fog att argumentera för att det finns ett behov av forskning som baserar sig på tester som genomförs av ännu fler byggarbetare i verkliga förhållanden samt från olika yrkesgrupper inom byggsektorn.

1.2 Problembeskrivning

Förslitningsskador på muskler är vanliga i olika byggyrken i byggbranschen, vilket kan leda till både fler sjukskrivningar och även ineffektivitet i produktionen. Tidigare undersökningar har visat att majoriteten av byggarbetare inte hört talas om exoskelettet ännu men allteftersom fler undersökningar genomförs om utrustningen och eftersom byggföretagen blir mer varse om de potentiella fördelarna som finns av att arbeta med utrustningen på, blir allt fler arbetare således även informerade om detta. Majoriteten av forskningen och studier om exoskelettet har gjorts på olika laborationsplatser och inte på byggarbetsplatser, vilket leder till en skev bild av hur gynnsamt ett exoskelett är vid användning för olika arbetsmoment inom byggbranschen. Att göra studier under laborativa miljöer anser vi att det drar ner på reliabilitet av studierna, på grund av att byggarbetare som håller på med ett projekt, inte gör det i laborativ miljö och då blir det icke trovärdig forskning.

Därför måste man utföra denna sorts forskning på deras naturliga arbetsplatser och där dem är om dagen och jobbar. Dessutom är chansen liten när det kommer till att få kontakt med olika företag som har erfarenhet av att arbeta med exoskelett, eftersom utrustningen som Hilti utvecklat är relativt ny och därför har en omfattande del av företagen ännu ingen erfarenhet kring det.

1.3 Syfte & Mål

Syftet med vårt examenarbete är att utifrån ett arbetsmiljöperspektiv redogöra för exoskelettets tillämpbarhet inom byggbranschen.

Målet med vårt examenarbete är att undersöka samt lyfta fram olika byggarbetares uppfattningar kring och erfarenheter av att utföra arbetsuppgifter med och utan exoskelett.

1.4 Frågeställningar

Med utgång från vårt syfte och mål i föreliggande studie samt med stöd från empiri som samlats in under projektets gång, är vår strävan att kunna besvara följande frågeställningar:

- Upplever byggarbetare att exoskelettet är tillämpbart för alla typer av byggarbeten eller endast för specifika arbetsmoment?
- Går det att med utgång från det deltagarnas uttrycker samt det vi observerar, dra slutsatser om vilka yrkesgrupper som gynnas mest av att använda exoskelett i deras arbete?
- Kan en rimlig slutsats presenteras gällande exoskelettets framtid inom byggbranschen?

1.5 Avgränsningar

- Endast begränsa arbetet till en tillverkares exoskelett.
- Arbetet kommer endast utgå ifrån ett passivt exoskelett.
- Endast undersöka arbete som för det mesta utförs över axelhöjd.
- Begränsa studien till yrkesgrupperna målare, snickare, elektriker, VVS-installatörer, undertaksmontörer, plattsättare och murare.

1.6 Metodbeskrivning

I studien har kvalitativa metoder använts, observationer och intervjuer. Data som har framkommit har analyserats genom interpretative phenomenological analysis, även kallat IPA.

2. Teoretisk referensram

2.1 Arbetssjukdomar

Arbetsrelaterade muskuloskeletala skador eller besvär i främst ländryggen som föranletts av tunga lyft och obekväma arbetshållningar drabbar en betydande del arbetare världen över och så mycket som ungefär 40% av den europeiska befolkningen (de Looze, Bosch, Krause, Stadler & O'Sullivan 2015; Näf et al. 2018). Ländryggsmärtor kan således leda till relativt stora ekonomiska förluster för de europeiska länderna och ett exempel på detta är Belgien vars kostnader för dessa typer av besvär uppgick till 1,2 miljarder Euro, vilket med andra ord motsvarade 2‰ av landets BNP (Näf et al. 2018). Chansen att arbetare utvecklar arbetsrelaterade muskuloskeletala besvär ökar dessutom avsevärt genom arbeten över axel- och huvudhöjd, framför allt i de arbeten som innefattar många repetitiva

moment under en längre tid (Schmalz et al. 2019; Yin, Yang & Qu 2021; Yu et al. 2015).

Tabell 2.1. Arbetsolyckor och arbetssjukdomar 1994-2019 (Björn Samuelson 2019).

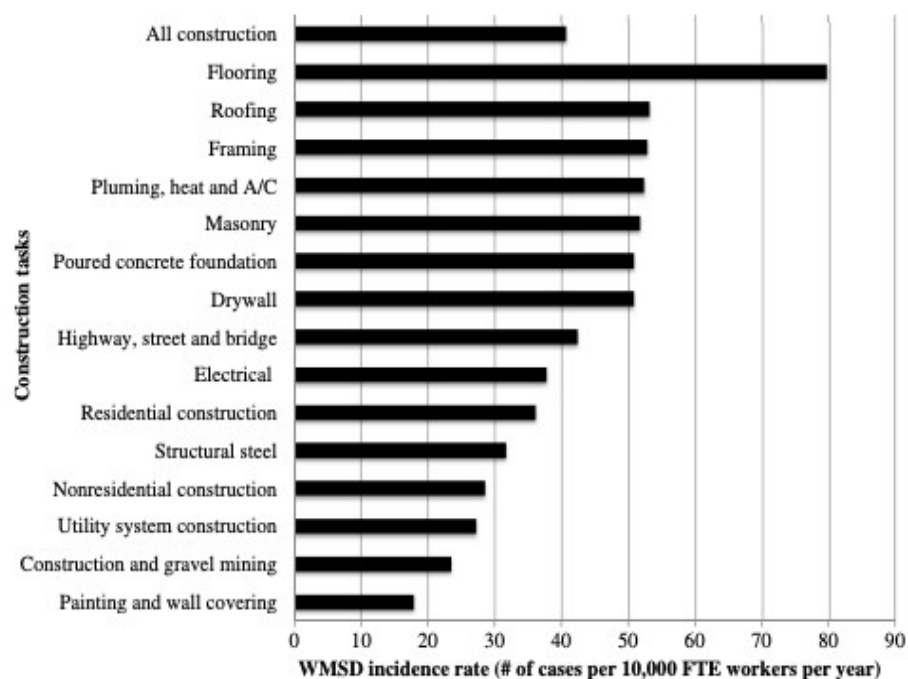
Arbetsolyckor och arbetssjukdomar 1994 – 2019

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	2003	2004	2005	2006
Antal sysselsatta (1000 pers)	106,0	113,3	109,9	104,7	107,7	110,8	117,4	123,1	123,7	122,2	121,5	126,9	134,2
Arbetsolyckor	2 108	1 921	1 851	1 592	1 750	1 872	1 927	1 895	2 050	1 918	1 617	1 726	1 840
"/1000 personer	19,9	17,0	16,8	15,2	16,3	16,9	16,4	15,4	16,6	15,7	13,3	13,6	13,7
Arbets-sjukdomar	963	606	544	556	648	799	998	1 120	1 014	1 116	903	714	621
"/1000 personer	9,1	5,3	4,9	5,3	6,0	7,2	8,5	9,1	8,2	9,1	7,4	5,6	4,6
Dödsfall	17	9	8	7	5	6	3	8	6	7	4	7	8

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antal sysselsatta (1000 pers)	145,8	158,1	147,9	152,5	160,3	169,1	171,7	172,3	175,6	182,7	191,0	198,4	203,6
Arbetsolyckor	1834	1782	1509	1724	1886	1923	1966	1779	2032	2089	2158	2290	2224
"/1000 personer	12,6	11,3	10,2	11,3	11,7	11,4	11,5	10,3	11,6	11,4	11,3	11,5	10,9
Arbets-sjukdomar	526	545	424	415	421	390	445	403	460	455	371	300	331
"/1000 personer	3,6	3,4	2,9	2,7	2,6	2,3	2,6	2,3	2,6	2,5	1,9	1,5	1,6
Dödsfall	11	14	8	9	7	5	4	5	4	5	4	8	3

Tabell 2.1 visar översikten av arbetssjukdomar och arbetsolyckor i byggbranschen under en viss tid. Statistiken visar att antalet sysselsatta har ökat med åren men däremot har arbetsolyckorna inte ökat i proportion till det. När det gäller statistiken om arbetssjukdomar i tabellen har dessa minskat i mängden med åren.

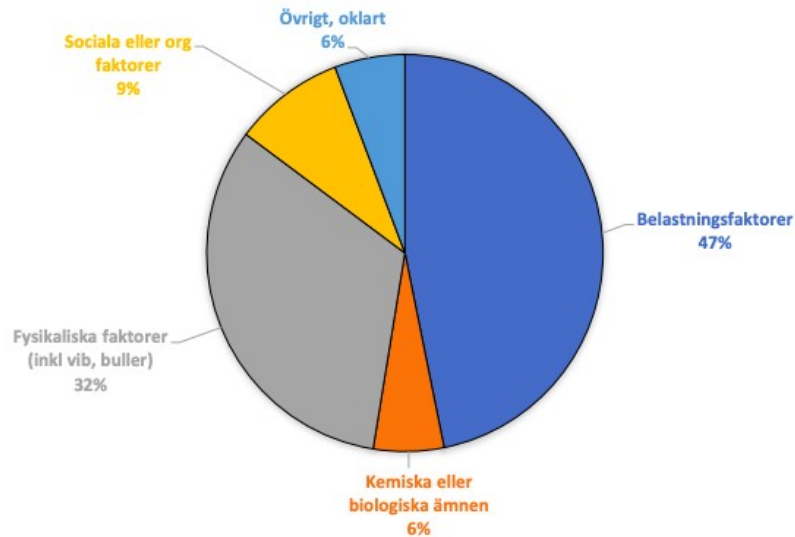
Tabell 2.2. Work-related musculoskeletal disorders per 10 000 cases (Risk of Work-related Musculoskeletal Disorders in Construction: State of the Art Review 2015).



I tabell 2.2 visas antalet muskuloskletala sjukdomar (MSB) hos olika byggarbetare samt generellt inom byggbranschen i USA. Av alla byggarbeten är det ca 40 människor varje år per 10 000 byggarbetare som utvecklar MSB och det som sticker ut mest i tabellen är golvläggning, takmontering, ramkonstruktion, murverk, betongplattor, gipsvägg, elektriker m.m. Det som kan utläsas från denna tabell är att det oftast är arbete över axelhöjd som föranlett dessa typer av skador.

Cirkeldiagram 2.3: Arbetssjukdomar 2019. Orsak (Samuelsson, 2019)

Diagram 2. Arbetssjukdomar 2019. Orsak.



I detta cirkeldiagram 2.3 ser vi att den största orsaken till arbetssjukdomar år 2019 var belastningsfaktorer, vilka uppgick till 47%. Den näst största orsaken var däremot fysikaliska faktorer som uppgick till 32% och vidare var den tredje största orsaken sociala faktorer, vilka uppgick till 9%. Slutligen berodde de minsta orsakerna på kemiska och biologiska ämnen samt övriga, oklara anledningar som bägge uppgick till 6%.

2.2 Exoskelett

I syfte att förebygga dessa typer av muskuloskeletala besvär och stödja arbetarna i fysiskt krävande och stressrelaterade arbetsuppgifter, har företag försökt utveckla ett hjälpmedel som benämns som exoskelett (Bosch, van Eck, Knitel & de Looze 2016). Ett exoskelett kan beskrivas som en bärbar enhet med en extern mekanisk struktur som stödjer och stärker en arbetare i att utföra fysiskt krävande arbetsuppgifter, så som tunga lyft och arbete över axelhöjd (de Looze et al. 2015; Bosch et al. 2016). Företag har lyckats utveckla både aktiva och passiva exoskelett där aktiva exoskelett är batteridrivna och syftar till att förstärka en arbetares förmåga och utöka uthålligheten när det kommer till att

exempelvis utföra flera tunga lyft, medan de passiva exoskeletten är fria från batterier och istället är uppbyggda av bland annat fjädrar och dämpare som har förmågan att lagra energi när man exempelvis böjer sig ner och på så sätt syftar till att stödja arbetares hållning och olika typer av rörelser (de Looze et al. 2015; Bosch et al. 2016). Bosch et al. (2016) menar även på att exoskelett med fördel kan användas när det bland annat inte finns andra genomförbara förebyggande åtgärder, samt när företagen inte har några möjligheter att helt automatisera arbetsmoment.

Tanken av att bära på ett exoskelett som hjälper människan att utföra tunga arbetsuppgifter eller på andra sätt stödja olika typer av rörelser har funnits sedan en relativt lång tid tillbaka. Utvecklingen av både aktiva och passiva exoskelett har skett sedan ungefär 60 år tillbaka och det har utvecklats från att fungera som ett stöd för funktionshindrade i att klara av vardagliga sysslor, till att tillämpas i olika bygg- och industriarbeten (de Looze et al. 2015). Exoskelettets potential att stärka mänskliga prestationer har även lett till flera försök att tillämpa detta även inom det militära (Sylla, Bonnet, Colledani, & Fraisse 2014). Dock har dessa typer exoskelett både upplevts vara tunga och således har kroppen belastats för mycket och dessutom har de upplevts vara för osmidiga och icke följsamma för att användas inom industrin (Sylla et al. 2014).

Flera forskare menar på att vi befinner oss i början av den fjärde industriella revolutionen, vilket bl.a. innebär att företagen söker finna nya sätt att integrera människan med robotar i syfte att både försäkra sig om arbetarnas hälsa och vidare även effektivisera produktiviteten (Spadaa, Ghibaudoa, Gilotta, Gastaldib & Cavatortab 2017). Ett konkret exempel går att finna inom bilindustrin där man vill förbättra möjligheterna för sina arbetare att kunna utföra fysiskt krävande arbetsuppgifter på ett mer ergonomiskt sätt, vilket görs genom att bland annat utnyttja fördelarna som exoskelett bär med sig (Sylla et al. 2014). Enligt Sylla et al. (2014) är målet och drömscenariot att helt och hållet komma ifrån tunga lyft för arbetarna i de olika

arbetsmomenten och ett sätt att göra detta är alltså genom kollaborativa robotar, som exoskelett. Även inom stålindustrin har man sökt integrera människan med bland annat ett aktivt exoskelett just eftersom arbetsuppgifterna innefattar tunga och fysiskt krävande moment (Yu et al. 2015). Det mer robusta, aktiva exoskelettet väger visserligen 8kg men syftet är att utnyttja kraften som genereras för att avlasta vid dessa tunga arbetsuppgifter (Yu et al. 2015).

Sammantaget har flera undersökningar gjorts på olika typer av exoskelett och deras tillämpbarhet i bil-, stål- och byggindustrin (Yu et al. 2015; Sylla et al. 2014; Spadaa et al. 2017). I majoriteten av artiklarna som utgör underlaget till föreliggande examensarbete har både en kvalitativ och en kvantitativ metod tillämpats, vilket pekar mot att det är det vanligaste sättet att tackla frågeställningen om exoskelettets tillämpbarhet. Dessa kvalitativa metoder har till största delen innefattat intervjuer samt olika laborativa tester med deltagare från olika yrken. Dessa laborativa tester har genomförts med relativt få deltagare där man bland annat undersökt aktiviteten i olika muskelgrupper vid genomförandet av olika arbetsuppgifter (Jacquelyn M et al. 2016). De kvantitativa metoderna har däremot bestått av enkätundersökningar som tillsammans med laborativa tester syftat till att ge läsaren en tydligare bild på deltagarnas upplevelser av exoskelettet. Det finns dock fog att ifrågasätta reliabiliteten i forskningen som gjorts, mycket på grund av att samtliga tester utförts i laboratorier vilket har inneburit att själva utförandet i dessa tester inte alls speglar de verkliga förhållandena som exempelvis byggarbetare ställs inför (Zhu et al. 2020).

En annan viktig del som påverkar reliabiliteten är det låga antalet deltagare som både utfört dessa tester samt svarat på enkäterna. I de flesta artiklar nämns dessutom farhågorna angående de potentiellt negativa effekterna som uppkommer i samband med att använda sig av exoskelett, vilka främst handlar om olika nivåer av obehag vid bröst, axlar och knän samt dessutom

potentiellt ökad benmuskelaktivitet (Zhu et al, 2020). Dock undersöks inte detta närmre utan nämns endast kort i olika artiklar och det finns således fog att påstå att testerna inte ger en rättvis bild av den totala belastningen som sker på kroppen vid användandet av olika exoskelett.

2.3 Olika forskningsstudier

I en studie av Jacquelyn M et al. (2016) skulle 22 högerhänta deltagare utföra olika borrhuppfigurer där de fick små elektroder för att sätta på huden och in i muskler. Syftet var att elektroderna skulle känna av när deltagarna rörde på sig eller höll i något tungt samt utföra lyft. Det som man gjorde var att man ville se hur de övre extremiteterna axlar, rygg med flera, påverkades under undersökningen. Deltagarna skulle höja sin hand och borra med hjälp av en bormaskin medan sEMG visade hur det påverkade musklerna. Det som visades i sEMG var att man efter en stund såg att de övre musklerna hade aktiverats mer, närmare bestämt med en ökning med 6,5%. Resultatet visade att musklerna aktiveras mer, särskilt de övre extremiteterna när man jobbar en längre stund över axelhöjd, som exempelvis gjordes i denna studie med en bormaskin.

I studien (Jacquelyn M et al. 2016) säger forskarna att arbete över axelhöjd leder till axelproblem längre fram. I rapporten drar forskarna slutsatsen att dessa evidensbaserade tester som utförs över axelhöjd i särskilt i byggbranschen, ska leda människor utvecklar förståelse om hur ett arbetsmoment där man håller något över axelhöjd kan påverka kroppen över tid. Man ska helst inte jobba under en längre tid över axelhöjd, men går det inte att undvika kan man åtminstone minska på räckvidden mellan människan och exempelvis taket ifall man ska borra eller skruva i något.

I studien Exoskelett på byggarbetsplatsen (Lovric, O. 2021) utfördes en undersökning om exoskelettets användbarhet inom byggbranschen. Respondenter i studien fick svara på några enkäter som handlade om exoskelett och även fyra stycken testpersoner fick testa

på exoskelettet under laborativ miljö. Exoskelettet bedömdes av de flesta respondenterna, vara flexibelt. Ett exoskelett måste vara flexibelt för att kunna användas i olika arbetsmoment. I rapporten förklarar Lovric att exoskelettet EXO-01 sammanfattningsvis tycktes vara flexibelt och dessutom tycktes det inte begränsa byggarbetares kroppsrörelser på något vis. Exoskelett upplevs enligt studien vara ett hjälpmedel men när det däremot kommer till påklädning av exoskelettet menar respondenterna i studien att de har kunnat känna visst obehag i olika kroppsdelar när man använder den (Lovric, O. 2021). En annan studie bekräftas samma typ av att fenomen som säger att exoskelettet i vissa fall kan leda till obehag i bröstkorgen (Zhu et al. 2020).

Det som dock främst utmärktes i Lovrics studie (2021) var att produktiviteten inte påverkades. Deltagarna upplevde alltså att de varken fått mer eller mindre gjort med exoskelettet på sig. Det var totalt ca 90% av respondenterna som var av denna uppfattning. Med exoskelettet på förväntas arbetet att flyta på bättre (Hilti 2022). Idag finns dock för lite forskning som stödjer dessa förväntningar. I studier som har gjorts har det visat sig att det inte var någon märkvärdig skillnad med exoskelett eller också utan (Zhu et al. 2020).

En annan aspekt som kom fram i studien (Lovric, O. 2021) var huruvida deltagarna samt respondenterna av enkäten tyckte att exoskelett var kompatibelt med byggarbetarnas övriga skyddsutrustning. Resultatet visade sig att det var 60% av respondenterna som tyckte att det var kompatibelt med arbetskläderna, medan $\frac{1}{4}$ av de fysiska provningarna deltagarna tyckte att det inte var det. I studien framgår det också att en person under provningarna inte hade sin vanliga utrustning, vilket också kan sänka reliabiliteten i den frågan.

I nuläget finns det lite forskning kring ämnet passiva exoskelett och dess användbarhet i byggbranschen. Det finns ca 170 andra referenser som vi kan använda oss av i vår studien men det har vi valt att inte göra eftersom dessa studier handlade om exoskelett som hade en motor i sig och var alltså inte passiva. I de flesta studier med

en motor i exoskelettet så beskriv testpersonerna att de kände en brännande känsla av att motor blev för varm under en tids användning och det bedömde vi inte relevant för vårt arbete.

3. Metod/Metodval

3.1 Kvalitativ metod & Interpretative

phenomenological analysis

I denna studie har två kvalitativa metoder tillämpats. Den ena är intervjuer som har gjorts på plats samt att deltagarna har observerats under de fysiska provningarna. Syftet till att dessa kvalitativa metoder har tillämpats i undersökningen var att detta tillvägagångssätt kommer att inbringa relevant data, med avseende på studiens syfte och mål. Dessutom finns det goda förutsättningar att genomföra en kvalitativ analys av data som presenteras, vilket även rekommenderas (Denscombe, M. 2018).

När intervjufrågor och observationsprotokollet formulerades så har de formulerats på ett objektivt sätt och inget personligt har tagits med, i syfte att deltagarnas integritet alltid ska respekteras (Denscombe 2018). Frågorna har också konstruerats på ett sådant sätt att deltagaren ska känna sig bekväma på intervjun vilket är en viktig del i studien (ibid). På intervjun informerades varje deltagare om vad syftet var med undersökningen samt intervjun och deltagarna fick förklarat för sig att själva undersökningen inte ska behandla vad som kan anses vara rätt eller fel, utan mer om personens upplevelser och tankar om exoskelettet och dess tillämpbarhet inom byggbranschen vilket är i enlighet med studiens syfte och mål.

Interpretativ phenomenological Analysis (IPA) är en analysmetod som vi har använt i studien. Det är en metod som främst används i kvalitativ forskning och syftar till att på ett djupare plan ta del av deltagarnas erfarenheter från något givet sammanhang eller någon specifik företeelse (Fejes & Thornberg 2019). Således är syftet med den valda analysmetoden i föreliggande studie att det ska möjliggöra att vi på ett mer korrekt sätt kan identifiera och beskriva det försökspersonerna ger uttryck för, gällande deras upplevelser efter användningen av exoskelettet. Även om den kvalitativa analysen bygger mycket på tolkningsskickligheten hos författarna, så finns det flera

valida argument till att tillämpa en kvalitativ analys vid en kvalitativ studie (Denscombe 2018). Ett exempel på detta är att den kvalitativa analysen av kvalitativa data, öppnar upp möjligheten till andra tolkningar av det och således kan individer som analyserar samma material också dra olika slutsatser. Det finns också nackdelar med kvalitativ forskning som exempelvis att en analys tar längre tid att genomföra eller att resultatet inte går att generalisera (Denscombe 2018). Trots nackdelarna, finns valida argument som gör gällande att fördelarna väger tyngre och således är det också en av anledningarna till valet av kvalitativa metoder i denna studie.

Denna metod appliceras bäst på när man vill utveckla djupare förståelse om en individs perception av en viss situation (Fejes & Thornberg 2019). Denna metod lämpar sig enligt Fejes & Thorberg (2019) bäst för studier med ca 10-15 deltagare och i vår studie har vi haft 12 som deltagit. Det är dessutom av betydande vikt att personerna tillhör samma yrkeskategori, vilket de gör i vår studie eftersom samtliga jobbar inom byggbranschen (Fejes & Thornberg 2019).

3.2 Urval av deltagare

Urvalet i föreliggande studie har gjorts genom ett subjektivt samt ett explorativt urval. Subjektivt urval görs när man vill få den bästa möjliga informationen om ett litet urval av testpersoner, samt att dessa inte väljs ut hur som helst utan är valda på grund av deras relevans för det man undersöker eller deras erfarenhet och kunskap om ämnet (Denscombe 2018). Således gjorde vi ett medvetet subjektivt urval när vi valde 12 deltagare byggbranschen, vilket inte heller är allt för många deltagare i enligt med ett subjektivt urval (Denscombe 2018). Samtliga deltagare hade gemensamt att de var byggarbetare av något slag, vilket enligt Denscombe (2018) leder till att det tillför relevant värdefulla fakta, på främsta sätt. Det subjektiva urvalet ger i sin tur även en chans för författarna att gå ännu mer på djupet genom att det öppnar upp möjligheten att vidare göra ett explorativt urval, och på så vis få fram bästa möjliga data från de personer vi väljer i undersökningen (ibid). Att nischa in sig på en specifik grupp människor leder det till att

sannolikheten ökar när det kommer till att hitta relevanta deltagarna som är av avgörande betydelse för den studien (ibid).

Ett explorativt urval är en metod som används för att undersöka idéer eller ämnen där det i nuläget inte finns särskilt mycket fakta kring. I detta examenarbete har ett explorativt urval gjorts då det råder brist på kunskap i detta område, både internationellt och i Sverige. Denna typ av urval görs med fördel när det handlar om småskaliga forskningsprojekt, vilket föreliggande studie också är (Denscombe 2018). Det gör att denna metod ger den som undersöker en möjlighet att samla in viktig och relevant information (ibid).

3.3 Systematisk observation

När det kommer till människor kan vi uppfatta saker och ting annorlunda även om man observerar samma saker. Observatörernas uppfattning kan variera, vilket kan skapa förvirring kring huruvida en sak uppfattas (Denscombe 2018). Detta är ett problem som vi har haft i åtanke under examensarbetet och därför har vi i studien sökt utforma ett observationsprotokoll, i syfte att säkerställa att samma moment observeras och således att framkommen data kan analyseras utifrån en mer rättvis metod. Denna metod söker dessutom att eliminera de psykologiska faktorerna som kan ge upphov till bedömningar som är baserade på personliga, tidigare erfarenheter (ibid).

För att motverka detta har vi alltså använt oss av systematisk observation, som innebär att forskarna på förhand beslutar om vilka moment som ska observeras (Denscombe 2018). Dessa moment listas på och utgör själva observationsprotokollet och vidare kommenteras eller checkas de av i samband med när undersökningen genomförs. Nedan återfinns observationsschema 3.1, vilket vi använde till vår undersökning.

Observationsschema 3.1:

- Observation vid påklädning- Anstränger testpersonerna sig vid påklädning? Tid?
- Observation när deltagaren går - Är västen flexibel vid gång?
- Observation vid installationsarbete (elledningar, VVS-arbeten)
- Observation vid snickeriarbete (ex hamra, skruva), måleri eller kakelsättning
- Observation vid vridning av kroppen.
- Observation vid böjning av kroppen.
- Observation vid arbete av att sitta på knä/huk.
- Observation av ansiktsuttryckt vid olika arbetsmoment/vridning
- Observation vid avklädning. Tid?

3.4 Semistrukturerade intervjuer

I studien har vi genomfört semistrukturerade intervjuer. Semistrukturerade intervjuer är en metod där frågorna är bestämda i förväg och att alla testpersonerna får samma sorts frågor. Det som dock skiljer denna sorts intervjuer från strukturerade intervjuer är att det öppnas upp för följdfrågor som kan ställas till respondenterna, med utgång från det de uttrycker i föregående fråga (Denscombe 2018). Intervjuerna kan anses vara mer lättsamma och behöver alltså inte alltid följa samma ordning på frågorna, i jämförelse med strukturerade intervjuer. Vårt val av att genomföra semistrukturerade intervjuer baserades främst på att både vi och respondenterna kan vara mer flexibla och öppna för det som lyfts fram under intervjuerna, samt att det öppnar upp möjligheter för respondenterna att utveckla deras svar. Respondenterna tillåts alltså utveckla svaren om de känner för det, och på så vis kan det även leda till ett djupare svar.

En stor anledning till att vi också valt denna metod är för att vi har valt att undersöka ett ämne eller ett problemområde som det inte finns mycket forskning om i dagsläget, då är det bättre att man använder en sådan metod för att intervjuaren ska känna sig bekväm och trygg under intervjun och inte att det är några bestämda svar som vi strävar efter. Samtalet kan bli mer fritt och ledigt och på så vis ska respondenterna inte uppleva att de är på ett förhör. Man ska dock alltid ha i åtanke att när intervjun är mer ostrukturerad, kan det lätt hända att intervjuaren kan snöa in sig på något som är helt irrelevant för studien. När svaren senare ska analyseras kan man upptäcka att vissa svar är irrelevanta för studien, vilket kan anses som en bortkastad möjlighet att få fram relevant data.

3.5 Tillvägagångsätt

Som tidigare nämnt har en kvalitativ studie genomförts, där vi har gjort observationer, intervjuer samt tester där deltagarna fått pröva på att utföra sina arbetssysslor med och utan exoskelettet. För att studien skulle vara möjlig att utföra delades den in i 3 olika delar. I den första inledande delen hade vi mailkorrespondens med företaget Hilti AB, varav vilka vi kunde låna exoskelettet av. Efter klartecken att vi fick låna exoskelett från Hilti började de vi ringa och mejla de olika byggföretagen för att få deltagare till studien. Vi fick tillslut tag på totalt 12 deltagare från olika företag som kunde i denna studie.

I del 2 sammanställdes intervjufrågor i ett Word-dokument och i samband med detta beslutade vi även att dela upp intervjufrågorna i två olika delar. Den första delen bestod av 5 frågor inklusive 1 kontrollfråga som deltagarna fick svara på innan de började testa exoskelettet. Frågorna 1-5 som var i början av testet var utformade på det viset att vi ville få bakgrundsfakta om de olika deltagarna, samtidigt ville vi respektera deras integriteten och därför efterfrågade vi inget privat. Frågorna 1-4 handlade om deltagarnas yrke samt erfarenheter av muskuloskeletal besvär och skador. Fråga 1 handlade om vilket yrke deltagaren har och vidare i fråga 2 efterfrågades dennes

arbetssysslor och i samband med detta ställdes även en följdfråga där deltagaren skulle uppskatta ungefär hur lång tid av dagen har den arbetssysslör innefattar arbete över axelhöjd. I fråga 3 och 4 kunde deltagarna svara ifall deras arbetssysslor har lett till MSB, samt ifall skadorna har lett till sjukskrivning. Fråga 5 handlade om vilka kunskaper eller erfarenheter deltagarna hade om exoskelettet inför undersökningen.

I den andra delen av frågorna var det frågor som handlade om hur försökspersonerna upplevde exoskelettet efter de hade testat den. Fråga 6,7,8 och 9 handlade om hur deltagarna upplevde instruktionerna för att ta på sig exoskelettet samt om tiden som det tog för deltagarna att ta på sig respektive ta av sig exoskelettet. De skulle dessutom svara på hur exoskelettet upplevdes vid på- och avklädning samt följdfrågor där vi även frågade om hur kompatibelt exoskelettet upplevdes med deras arbetskläder samt skyddsutrustning. I frågorna 10 och 11 skulle deltagarna beskriva hur produktivt man jobbade med exoskelettet och ifall det finns någon skillnad med att jobba utan respektive med dräkten på sig. Fråga 12 beskriver hur personerna skulle sammanfatta exoskelettet i sitt yrke. Frågorna 13 och 14 var mer generella frågor om exoskelettet där vi efterfrågade deltagarnas uppfattningar om till vilka yrken de rekommendera exoskelettet samt ifall det var något annat de ville dela med sig angående undersökningen. Under denna del sammanställdes dessutom observationsprotokollet som användes under observationerna, i samband med testerna.

I del 3 som är sista delen i metoden undersöktes dessa 12 försökspersonerna på sina byggarbetsplatser, alltså i den naturliga miljön de brukar vara och jobba i, med hjälp av observationsprotokollet. Under denna del av genomförandet, genomfördes även observationerna där vi observationsprotokollet förde anteckningar på det vi kunde urskilja under testerna. Utöver den systematiska observationen går det att uttrycka att vi dessutom genomförde dessa genom så kallade naturalistiska observationer, vilket utmärks genom att deltagarna observeras i deras naturliga miljö (Naturalistic observation 2011). Deltagarna som ingår i denna undersökning är

slumpmässig valda från 2 olika regioner, vilka är Skåne och Halland och är valda oberoende ålder.

3.6 Validitet och Reliabilitet

Validitet är ett viktigt begrepp när forskare undersöker något som de vill ha svar på. När det gäller validitet så måste man alltid se till att ställa rätt frågor och att man mäter rätt sak. Mäter jag rätt sak i jämförelse med mitt syfte eller problemformulering? Om undersökningsmetoder och själva testet ska vara vetenskapligt och trovärdigt måste denna vara både reliabel och valid, är det inte så finns det inget vetenskapligt värde i resultatet och kan inte betraktas vetenskaplig (Ejvegård, 1996, s. 67). I vår studie har vi försökt att höja studiens validitet genom att vi i utformningen av de intervjufrågor och det observationsprotokoll har strävat efter att utgå från studiens syfte, mål samt att det genom dessa frågor och observationspunkter ska framkomma relevant data som kan leda till rimliga slutsatser och vidare även besvara våra frågeställningar. Frågorna har även utformats med avseende på de teorier och studier som finns sedan tidigare, och som vidare ska leda till att vi kan ställa relevanta samt rättvisa frågor till deltagarna och således få relevanta svar som stärker studiens validitet (Denscombe 2018). I de inledande undersökningarna var vi dessutom närvarande båda två, i syfte att säkerställa att vi observerade samma saker samt säkerställa att det vi kunde urskilja vid observationerna, uppfattades på samma eller liknande sätt. Detta innebär alltså att vi strävade efter att det inte skulle vara någon skillnad på om den ena eller den andra genomförde observationerna.

Ett annat viktigt begrepp som också har med studiens trovärdighet att göra är reliabilitet. Blir det samma resultat ifall experimentet utförs på nytt? (Björn Hedin 2013). Detta är grunden vad gäller begreppet reliabilitet och som även leder till en trovärdigare studie. En annan central punkt vad gäller studiens reliabilitet är de fysiska experimenten på byggarbetsplatsen som har gjorts. Deltagarna visste inte från början vad de skulle göra eller svara på för frågor innan själva undersökningen, och ingen har alltså fått information i förväg som skulle kunna påverka deras svar. Detta stärker studiens reliabilitet (Denscombe 2018). Låg

reliabilitet i en studie kan också vara att urvalet är för lågt eller också att deltagarna saknar adekvat erfarenhet och kunskap, med avseende på det som ska undersökas. I de flesta studier som har gjorts angående exoskelettets tillämpbarhet i byggbranschen har deltagarantalet varit lågt. Därför har vi i denna studie försökt ha med så många deltagare som möjligt, och i jämförelse med Lovrics studie (2021) lyckades vi få 3 gånger fler deltagare att genomföra de fysiska testerna. Det som dessutom ökar reliabiliteten i studien är vi i vårt urval lyckats nå deltagare som kan anses vara relevanta för studien.

3.7 Databaser

Databaser som har använts i denna studie är, DiVA, Google scholar, Halmstad högskolas bibliotek och Docplayer. För att få fram relevant information för vår studie sökte vi efter orden, "Exoskelett", "Byggbranschen", "Construction", "axlar", "Overhead work" och "work-related musculoskeletal disorders".

4. Resultat

I föreliggande studie har yrkesverksamma byggarbetare fått möjligheten att testa på att utföra sina vardagliga arbetsuppgifter både med och utan ett exoskelett på sig.

Exoskelettet är utvecklat av byggteknikföretaget Hilti och väger under 2 kilogram och ska inte begränsa flexibiliteten i armar och överkropp (Hilti 2022). Exoskelettet har framställts med syftet att förebygga skador som föranletts av överansträngning i exempelvis armar och axlar samt vidare även stödja byggarbetarna i arbeten som utförs över axelhöjd (Hilti 2022).

Efter en tids mejlkorrespondens och flertalet telefonsamtal fick vi under tre veckor låna ett exemplar från en Hilti-butik i södra Sverige. Studiens resultat har delats in i två underrubriker där genomförandet lyfts fram i den första delen och vidare i den efterföljande delen presenteras även empiri från intervjuer med byggarbetarna, samt observationer som gjorts av oss i samband med testerna på byggarbetsplatsen. Dessa observationer lyfts därmed fram i samband med de frågor och svar som går att koppla till just observationerna. Genomförandet bryts ner i mellanrubriker där arbetet som genomförts under de olika faserna i undersökningen presenteras.

4.1 Inledande fas

I den inledande delen av arbetet sammanställdes ett Gantt-schema som fungerade som en typ av måttstock på hur väl vi låg i fas med arbetsuppgifterna som behövdes göras, under arbetets gång. Det sammanställdes även ett dokument med frågor som skulle användas till intervjuerna samt ett observationsprotokoll som vi skulle utgå ifrån när testerna väl genomfördes. Utöver dessa grundläggande delar var förutsättningarna för att lyckas genomföra den tänkta undersökningen även att deltagare behövdes till testerna och intervjuerna samt att få låna alternativt hyra exoskelettet, helst under ett par veckor. Det var därför av största vikt att den första kontakten med företagen lyckades etableras i de inledande delarna av arbetet. Majoriteten av företagen var positivt ställda till att medverka i undersökningen, vilka var både mindre och större företag. Företag som däremot valde att avstå från att delta menade på att det inte var särskilt relevant för de att vara med i undersökningen, eftersom deras arbetsuppgifter

inte innefattade moment där det krävs mer omfattande arbete över axlarna.

En annan milstolpe som var ytterst viktig att nå tidigt i arbetet var att låna eller alternativt hyra ett exoskelett. Efter flera veckors mejlkorrespondens och telefonsamtal lyckades en överenskommelse nås med Hilti om att få låna ett exoskelett, vilket inhämtades från en av Hiltis butiker. Vi lånade exoskelett under sammanlagt tre arbetsveckor och i samband med att överenskommelsen nåddes kontaktades företagen strax därefter, vilket vidare ledde till överenskommelser om när byggarbetarna skulle utföra testerna.

4.2 Testfas

Under mittenperioden av arbetet testade vi inledningsvis att själva klä på oss exoskelettet och testade dessutom att utföra olika uppgifter som innefattar arbete över axelhöjd. Väl ute på arbetsplatsen där vår första testperson arbetade, genomfördes den första delen av intervjun och därefter gav vi instruktioner på hur man klär på sig samt tar av sig exoskelettet. Ett uppdrag som i vanliga fall utförs av en instruktör från Hilti. I samband med att testpersonen började klä på sig exoskelettet, togs observationsprotokollet fram och vi började observera, föra anteckningar samt ta tiden vid på- och avklädning av exoskelettet. När väl testpersonen tagit på sig exoskelettet påbörjade han sina vanliga arbetsuppgifter. Observationerna fortlöpte medan testpersonen arbetade och det varade upp till cirka två timmar och därefter lämnade vi arbetsplatsen och kom vid ett senare tillfälle tillbaka för att genomföra den andra delen av intervjun, vilket genomfördes under lunchen eller alternativt vid arbetsdagens slut. Detta arbetssätt återupprepades vid de andra testerna som vidare genomfördes under undersökningen.

Intervjuerna var semistrukturerade, vilket innebär att vi utgick från frågor som vi på förhand nertecknat i ett dokument. Vi var dock flexibla vad gäller ordningsföljden på frågorna och stundtals tilläts respondenternas svar leda intervjun framåt. Punkterna i observationsprotokollet besvarades i så stor utsträckning som möjligt. Det fanns

dock vissa moment som exempelvis inte omfattade testpersonernas arbetsuppgifter och därför fanns det inte heller någon möjlighet till observation.

4.3 Bearbetningsfas

När väl empirin var insamlad, återlämnades exoskelettet och bearbetningsfasen kunde inledas. Intervjuerna sammanställdes i ett Word-dokument och sammankopplades därefter med tillhörande kommentarer från observationerna för vidare analys.

4.4 Empiri från intervjuer och observationer

Intervjuerna som genomfördes med testpersonerna delades upp i två olika delar. Del ett omfattade de 5 första frågorna, vilka ställdes innan testpersonerna testade på att arbeta med exoskelettet. Vidare omfattades del två av resterande 9 frågor, vilka ställdes efter att deltagarna testat på att arbeta med exoskelettet. Det har sammanlagt varit tolv yrkesverksamma arbetare inom byggbranschen som har deltagit i föreliggande studie. Testpersonerna representerar fem olika yrkesgrupper inom byggbranschen, vilka är snickare, målare, undertaksmontör, plattsättare samt elektriker. Deltagarna var män i åldrarna 26 - 55 år och samtliga var friska vid genomförandet av testerna. Yrkesgruppen snickare utgjorde majoriteten av deltagarna och sammantaget var det sju snickare som genomförde testerna. En av testpersonerna svarade att han är snickare men att han sedan en tid tillbaka endast arbetat som undertaksmontör, vilket lett till att vi betraktat honom som en sådan. Den näst största yrkesgruppen utgjordes av två målare och slutligen var det även en representant vardera från yrkesgrupperna undertaksmontör, plattsättare och elektriker.

Testpersonerna kommer i följande stycken att benämnas som TP, följt av en siffra som följer den kronologiska ordningen för testerna. Det presenteras även en tabell med information om testpersonernas yrke samt vilka arbetsuppgifter som omfattar deras dagliga arbete. Slutligen lyfter vi fram testpersonernas svar till varje fråga

som de svarat på och kopplat till några av svaren är även anteckningar från observationerna.

Tabell 4.1:

I denna tabell 4.1 syns det hur många deltagare som är med i undersökningen, vilket yrke dem har samt vilka arbetsmoment de utförde vid undersökningstillfället.

Vem	Yrke	Arbetsuppgifter
TP 1	Snickare	Golvläggning, takläggning, renovering av väggar mm.
TP 2	Snickare	Montera utfackningsväggar.
TP 3	Snickare/Arbetsledare	Hjälper till i bygget tex med att montera utfackningsväggar.
TP 4	Snickare	Gipsarbete
TP 5	Snickare	Allt snickeriarbete, Stomning,

		gipsarbete
TP 6	Snickare	Gipsa, forma
TP 7	Snickare/ Undertaksmontör	Snickeriarbete, monterar undertak
TP 8	Målare	Måleri
TP 9	Plattsättare	Plattsättning i badrum & kök
TP 10	Snickare	Bygger altaner, Attefalls-hus, renovering av inner-och ytterväggar, undertak och andra snickeriarbeten,
TP 11	Målare	Måleri
TP 12	Elektriker	Elinstallationer i hus

Kontrollfråga

Under samtliga intervjuer fick testpersonerna ta del av information gällande undersökningen och de fick även ge sitt samtycke till att delta i studien samt att det de ger uttryck för får användas som forskningsdata. En kontrollfråga gällande vilket företag testpersonerna arbetar för ställdes inledningsvis till samtliga deltagare, vilket samtliga svarade korrekt på. Därefter följde frågor som var av större betydelse för undersökningen.

Fråga 1

På fråga ett ställs frågan om vilket yrke testpersonerna har och det visade sig att de tillhörde fem olika yrkeskategorier, vilka även presenteras i tabell 4.1.

Fråga 2

I den andra frågan efterfrågades vilka arbetssysslor testpersonerna har och det visade sig rätt svaren skiljde sig åt markant. Trots att sju av testpersonerna delade samma typ av yrke var det relativt hög variation på deras arbetssysslor. Den gemensamma nämnaren för snickarna var dock att deras arbete omfattade olika typer av snickeriarbeten. Andra likheter som flertalet av testpersonerna hade gemensamt var undertaksmontering och dessa testpersoner var TP1, TP7 samt TP10. TP1 och TP10 var två individer vars arbetssysslor varierade kraftigt under kortare perioder, eftersom de i stora drag utförde allt snickeriarbete på egen hand. Det framkom att flera av testpersonerna hade mer avgränsade arbetsuppgifter vilka omfattade arbeten som montering av utfackningsväggar, gipsarbeten, montering av undertak, målning av undertak och väggar samt elinstallationer i hus och lägenheter. Det framkom även att två av testpersonernas arbetssysslor var av mer administrativ karaktär, med undantaget att dessa individer även utförde mindre snickeriarbeten.

Följdfråga

Efter att testpersonerna svarat på fråga två ställdes även en följdfråga där det efterfrågades hur mycket tid av arbetsdagen som deras arbetssysslor uppskattningsvis innefattade arbete över axelhöjd. 10 av 12 testpersoner svarar då att de uppskattar att deras arbetsdag genomsnittligen innefattade mellan 2-4 timmars arbete över axelhöjd. TP11 och TP12 betonar dock att mängden arbete över axelhöjd varierar och är direkt beroende av vilka typer av arbetsmoment som ska utföras, som exempelvis installationer i eller montering av undertak. Testpersonerna TP3 och TP4 vars arbetsuppgifter mestadels var administrativa var de enda som uppskattade att mängden arbete över axelhöjd var mindre än 2h, nämligen mellan 30 minuter och upp till 1 timma.

Fråga 3

I denna fråga efterfrågades information om testpersonerna tidigare erfarit några muskuloskeletal besvär eller skador, kopplat till deras arbetssysslor. Det framkom att 7 av testpersonerna tidigare drabbats av muskuloskeletal besvär eller skador som en följd av deras arbete inom byggindustrin. De resterande 5 testpersonerna som svarade

nej på frågan behövde inte svara på fråga 4, som var kopplat fråga 3.

Följdfråga

En följdfråga ställdes därefter till de personerna som svarade ja på fråga 3, gällande vart på kroppen dessa muskuloskeletala besvär eller skador uppkommit. Testpersonerna uppgav att de haft besvär i armar, axlar, nacke, rygg och även händer. Muskuloskeletala besvär i axlarna var dock vanligast, vilket hade drabbat 4 av dessa testpersoner. Vidare hade 2 av testpersonerna haft besvär i sina armar, 2 hade haft besvär i händerna varav en av dessa även haft besvär i ryggen och slutligen var det 1 individ som haft besvär i nacken.

Fråga 4

Denna fråga är som tidigare nämnt direkt kopplad till föregående fråga och besvaras således endast av testpersonerna som svarat att de sedan tidigare har varit drabbade av muskuloskeletala besvär eller skador. Genom denna fråga efterfrågades information om testpersonernas muskuloskeletala besvär eller skador lett till att de sjukskrivit sig. Av totalt 7 testpersoner som svarat ja på fråga 3, var det endast 3 individer som svarade att deras besvär lett till sjukskrivning.

Följdfråga 1

Denna följdfråga gällde hur länge testpersonerna varit sjukskrivna och den ställdes till de individer som inte självmant lyfte fram detta under fråga 4. Räknar vi dock med de svar som också framkom gällande denna följdfråga, framkom det att 2 av testpersonerna varit sjukskrivna i 2 - 3 dagar, medan den 3:e varit sjukskriven i en hel arbetsvecka.

Följdfråga 2

Ytterligare en följdfråga ställdes till de 3 testpersonerna som varit sjukskrivna på grund av sina muskuloskeletala besvär och här efterfrågades vad de har gjort för att komma tillbaka till sitt arbete. Det framkom att 1 av testpersonerna besökt sjukgymnast och fått övningar att följa. Samtliga lyfter dock att de har vilat från arbetet och återgått dit när det känts bättre.

Fråga 5

Denna fråga ställdes till samtliga 12 testpersoner innan de fick möjligheten att testa på att arbeta med exoskelettet och således var det alltså den sista frågan som omfattade del 1 av intervjun. Frågan gällde om vad testpersonerna hade för tidigare kunskap eller erfarenheter av exoskelettet. Det framkom att 11 av testpersonerna inte hade testat på exoskelettet tidigare och 2 av dessa individer hade heller ingen tidigare kunskap om det. TP7 var den enda som både kände till exoskelettet och hade tidigare erfarenheter av att arbeta med det på sig. Majoriteten av de 9 testpersonerna som faktiskt kände till exoskelettet men som inte hade någon tidigare erfarenhet av arbete med dräkten på sig, uttryckte att de fått information genom att de sett instruktionsfilmer på internet, sett andra utföra arbeten med exoskelettet samt att en av de även tagit del av instruktioner från en instruktör från Hilti.

Fråga 6

Här efterfrågades hur testpersonerna upplevde instruktionerna som de fick ta del av, vilket de fick av oss samt att de även fick en instruktionsbok på svenska där det stegvis var skrivet hur man skulle gå tillväga vid på- och avklädning av exoskelettet. Under detta moment av undersökningen visade vi hur man klär på sig exoskelettet, samtidigt som vi muntligen gav instruktioner. I instruktionsboken fanns dessutom beskrivande bilder som testpersonerna fick ta del av. Samtliga deltagare upplevde att instruktionerna var bra och lättförståeliga. Det som dock stack ut här i jämförelse med vad de andra testpersonerna upplevde var det som TP3 uttryckte, vilket var att det kändes bra med instruktionerna särskilt eftersom det såg någorlunda besvärligt ut med remmarna som skulle sättas fast på armarna.

Fråga 7

I denna fråga skulle testpersonerna göra en uppskattning på hur lång tid de upplevde att det tog att klä på sig respektive klä av sig exoskelettet. Vi observerade dessa moment och uppmätte tiden med tidtagare. Det framkom att den sammanlagda uppskattade genomsnittstiden som det tog att klä på sig exoskelettet var snarlik den verkliga

tiden. Efter en enklare uträkning där samtliga uppskattade respektive verkliga tider adderades och därefter dividerades med antalet deltagare, framkom det att den uppskattade genomsnittstiden var 2 minuter och 50 sekunder, medan den verkliga tiden var 2 minuter och 45 sekunder. Den största skillnaden uppmättes mellan TP2 och TP7, vars uppskattade tider var 5 minuter respektive 1 minut och vidare den verkliga tiden 4 minuter respektive 40 sekunder. Det visade sig alltså att det skiljde 3 minuter och 20 sekunder mellan den som snabbast klädde på sig exoskelettet och den som var långsammast.

Sammantaget var det endast TP7 som lyckades klä på sig exoskelettet under 2 minuter. När det kom till att klä av sig exoskelettet framkom det även där en mindre skillnad mellan uppskattad tid och verklig tid. Den uppskattade genomsnittstiden landade på 1 minut och 20 sekunder medan den verkliga genomsnittstiden var 1 minut. Vi kunde dock även här se en tydlig skillnad mellan TP7 som var snabbast med sina 15 sekunder, och TP2, TP5 och TP9 som tog 1,5 minuter på sig att klä av sig exoskelettet.

Fråga 8

Genom den här frågan och tillhörande följdfrågor var vi intresserade av att ta del av testpersonernas upplevelser av att klä på respektive klä av sig exoskelettet, hur väl de upplevde att exoskelettet var kompatibelt med deras arbetskläder och övrig skyddsutrustning samt om de upplevde någon skillnad mellan att ta på sig exoskelettet i början av passet och efter pauserna. Det framkom att majoriteten av testpersonerna upplevde att det kändes bra när de tog på sig exoskelettet men samtidigt uttrycktes även att de upplevde vissa svårigheter inledningsvis men att det sedan tog relativt kort tid "när man fått kläm på det", som TP10 uttryckte det. Samtliga deltagare upplevde däremot att det var betydligt enklare att klä av sig exoskelettet och att det inte alls kändes besvärligt.

Majoriteten av testpersonerna upplevde dessutom att utrustningen var kompatibel med deras arbetskläder och att det kändes bra att ha på sig det, med undantaget från TP1 och TP5 som upplevde att det var besvärligare att klä på sig exoskelettet ovanpå jackan. TP1 uttryckte visserligen

att "man vänjer sig efter ett tag" men att det inledningsvis upplevdes som klumpigt. Under observationerna kunde vi se att majoriteten av testpersoner hade vissa svårigheter med att klä på sig exoskelettet inledningsvis samt att några av de tog sin tid och var extra noggranna, vilket således påverkade tiden för påklädning. Alla testpersoner förutom TP7 uttryckte däremot att det blev lättare och därmed att det även gick fortare att klä på och klä av exoskelettet efter att de fått göra det några gånger, vilket exempelvis gjordes i samband med pauserna.

Fråga 9

I denna fråga efterfrågades testpersonernas upplevelser av att inledningsvis utföra deras arbetssysslor utan exoskelettet på och därefter utföra samma typer av arbetsuppgifter med exoskelettet på sig, vilket också följdfrågan baserades på. Majoriteten av testpersonerna uttryckte att det finns moment i deras arbete som leder till att de blir utsatta för belastning på främst nacke, rygg, axlar och armar, vilket vidare även upplevs som besvärligt för de. Testpersonerna uttryckte att besvären i hög grad berodde på lyft av material eller arbetsverktyg, framför allt när detta görs över axelhöjd, men även på grund av obekväma arbetsställningar som uppstår vid exempelvis montering av undertak som TP7 uttryckte. Genom följdfrågan blev testpersonerna tillfrågade ifall de kände någon skillnad när de utförde samma typer arbetssysslor med exoskelettet.

Samtliga testpersoner förutom TP2 kände att de fick stöd av exoskelettet, framför allt i situationer som omfattade moment med arbete över axelhöjd. Dessa moment innefattade montering av undertak, måleri av inner- och ytterväggar samt tak, snickeriarbeten med och lyft av ytterpanel och gipsskivor, spackling av fix på väggar samt lyft av kakelplattor och avslutningsvis även elinstallationsarbete i tak. TP2:s arbete omfattade montering av utfackningsväggar och det var den enda individen som uttryckte att det kändes jobbigare att utföra sina arbetssysslor med exoskelettet på sig. TP3 och TP4 upplevde visserligen att de fick ett visst stöd av exoskelettet men att stödet inte var särskilt överväldigande. Under observationerna kunde vi upptäcka att samtliga

testpersoner rörde sig obehindrat och flexibelt med exoskelettet på sig vid gång, vid vridning samt böjning av kroppen. Vi kunde även se att TP12 som var den enda som utförde någon typ av installationsarbete, kunde utföra sina arbetssysslor obehindrat. Däremot observerade vi att några av testpersonerna hade vissa svårigheter vad gällde av att sitta på knä eller huk, vilket lyfts fram mer ingående under presentationen av fråga 10 och 11.

Fråga 10

I fråga 10 efterfrågades om testpersonerna har upplevt något obehag på kroppen då de utfört sina arbetssysslor med exoskelettet på sig. En följdfråga ställdes till de individer som svarade ja på fråga 10 och där efterfrågades vad testpersonerna upplevde att obehaget berodde på. Av samtliga deltagare upplevde 8 av de att det kändes bra eller att de inte kände något obehag av att ha exoskelettet på sig. Det var däremot 4 testpersoner som upplevde ett visst obehag av att utföra deras arbete med exoskelettet på sig och majoriteten av dessa individer uttryckte att det huvudsakligen berodde på ovana. TP1s arbetsuppgifter omfattade moment som kapning och sågning samt montering av gips och undertak på övervåningen i ett 1,5-planshus. TP1 gick dessutom flertalet gånger ner genom en relativt trång trappuppgång, för att bära upp material som behövdes till arbetet. TP1 uttryckte att obehaget främst berodde på ovana men även på att han måste göra alla moment helt själv. Under observationerna kunde vi se att TP1 inte visade några tecken på problem i de moment då det var gott om utrymme. Däremot gällande arbete av att sitta på knä eller huk samt gällande testpersonernas ansiktsuttryck vid utförandet av olika arbetsmoment, kunde vi se att TP1 ansträngde sig väldigt mycket och hade stora svårigheter med att slutföra snickeriarbeten och montering av gipsskivor längst ner i takstolen där takstol och golv möttes. Under detta specifika moment kunde vi dessutom urskilja grimaser, ljud och mindre passande ord som antydde att TP1 var märkbart frustrerad. TP2 vars arbetsuppgifter innefattade montering av utfackningsväggar var av uppfattningen att han visserligen inte kände något obehag, men att det inte kändes bra av att utföra sitt arbete med exoskelettet på sig, vilket han vidare

uttryckte att det berodde på att produkten måste utvecklas ännu mer.

Under våra observationer kunde vi inte urskilja några som helst svårigheter som TP2 hade i utförandet av sitt arbete med exoskelettet på sig. TP9, vars arbetssysslor omfattade plattsättning i badrum, uttryckte att det kändes ovant att arbeta med exoskelettet och även jobbigt i moment som innefattade böjning, lyft från och arbete på golv samt spackling av fix och kakelsättning i den nedre delen av väggarna. På följdfrågan uttryckte TP9 att det troligtvis var för att han inte är van att arbeta med exoskelettet på sig och uttryckte även vidare att exoskelettet troligtvis passar bättre till arbetsuppgifter som utförs högre upp. Vid observation av arbetet kunde vi se att rörligheten för TP9 var märkbart påverkad, framförallt i positioner då han hukade sig eller satte sig ner på sina knän. Detta gällde moment då han skulle spackla på fix samt sätta på kaklet på väggarnas nedre del men även vid kakelskärning på golvet. TP10 vars arbetssysslor omfattade montering av panel upplevde förvisso att det mestadels kändes bra att utföra arbetet med exoskelettet på sig men att han däremot upplevde ett visst obehag när han skulle skruva i panelen i de nedersta delarna av väggen. Även TP10 uttryckte att det troligtvis beror på ovana av arbete med exoskelettet på sig. Under observationen visade TP10 inga som helst tecken på svårigheter i samband med utförandet av arbetssysslor.

Fråga 11

Denna fråga gjorde gällande huruvida testpersonerna upplevde någon skillnad i arbetstakt, kvalitet eller mängd, med respektive utan exoskelettet på sig. Testpersonerna som svarade att de kände någon skillnad i något utav områdena fick därefter en följdfråga där de skulle svara på vad de tror att det berodde på. Ytterligare en följdfråga gällande huruvida de hann med fler arbetsmoment med respektive utan exoskelettet ställdes till testpersonerna, i de fall då detta inte besvarades under fråga 11. Det som framkom och som var gemensamt för samtliga testpersoner, utom möjligtvis TP9, var att de upplevde att deras arbete tycktes fortgå utan att exoskelettet haft en negativ påverkan på produktiviteten eller kvalitén. TP9 upplevde visserligen att kvalitén inte påverkades men att

arbetsmomenten upplevdes fortgå i en något långsammare takt. I svaren framkom det även att 8 av testpersonerna upplevde att de fick stöd från exoskelettet och det uttrycktes även att dräkten underlättade deras arbete samt vidare att deras uthållighet främjades av att utföra arbetssysslorna med exoskelettet på sig. Slutligen var undertaksmontören TP7 den enda individen som uttryckte att han kunde genomföra fler arbetsmoment med exoskelettet som stöd.

Fråga 12, 13 och 14

Genom dessa frågor fick testpersonerna möjligheter att dela med sig av sina tankar och idéer kring exoskelettets tillämpbarhet i deras yrke, delge sina rekommendationer till andra yrken som kan gynnas av att använda exoskelettet samt övriga kommentarer kring undersökningen. Det som sammanfattningsvis var genomgående i majoriteten av testpersonernas svar var att exoskelettet upplevdes vara väl anpassat för arbeten som innefattade moment som specifikt och under en längre tid behöver utföras över axelhöjd. Det uttrycktes även tankar kring att exoskelettet troligtvis är mer tillämpbart i de fall då personen som bär på exoskelettet har en kollega som hjälper till att utföra olika arbetsmoment. Dessa arbetsmoment uttrycktes kunna vara kakelskärning på golv, spackling av fix och kakelsättning i den nedre delen av väggar, gipsmontering som kräver att man skruvar eller spikar i nedre delen av väggar samt arbetsuppgifter som kräver att man rör sig i trånga ytor. Däremot framkom det att TP2, TP3 samt TP4 hade förväntningar av exoskelettet som inte riktigt uppfylldes och där en av de uttryckte att exoskelettet "inte var speciellt" samt att de "trodde det skulle vara till mer hjälp" (TP2 se bilaga).

När det kommer till vilka yrkesarbetare som testpersonerna rekommenderar användningen av exoskelettet var det framförallt 3 yrkesgrupper som stack ut, vilka var elektriker, målare samt snickare. Andra yrkesgrupper som rekommenderades att använda exoskelettet var även undertaksmontörer och lagerarbetare. Avslutningsvis

uttryckte majoriteten av testpersonerna att det var roligt att få testa på exoskelettet.

5. Analys

I syfte att analysera empirin som framkommit i föreliggande studie har en kvalitativ analys tillämpats, vilket är Interpretativ Phenomenological Analysis som även beskrivits mer utförligt under metodkapitlet. Kvalitativa data från intervjuerna med testpersonerna samt observationer från testerna har i detta kapitel tolkats och vidare diskuterats kort, med avseende på studiens syfte, mål samt frågeställningar.

Deltagarna i denna studie tillhörde 5 olika yrkesgrupper inom byggbranschen och majoriteten av dessa byggarbetare uttryckte att de blir utsatta för belastningar på rygg, nacke, armar och axlar under deras arbete, utan exoskelettet. De representativa yrkesgrupperna i föreliggande studie utgjordes av snickare, målare, elektriker, undertakmontör samt plattsättare. I samtliga yrkesgrupper utsätts arbetarna för flera moment där de arbetar över axelhöjd och utifrån observationer som kunde göras på deltagarnas arbetsplats, kunde man tydligt urskilja att majoriteten också utförde många repetitiva arbetsmoment. Dessutom innefattade flera av dessa moment obekväma arbetshållningar hos de flesta deltagare, samt att två av deltagarna ofta var tvungna att skifta arbetsställning från stående till sittande position. Det var därför föga förvånande att det under intervjuerna framkom att majoriteten av deltagarna hade utvecklat muskuloskeletal besvär, efter alla år som byggarbetare.

Det hoppfulla som däremot framkom under intervjuerna var att deltagarna upplevde att exoskelettet faktiskt gav de stöd i deras arbete samt att majoriteten uttryckte att det kändes bra, eller i varje fall inte obekvämt då de hade exoskelettet på sig. Huvudsakligen gällde detta arbeten som deltagarna utförde över axlar samt i de situationer där de hade gott om plats att röra sig. Detta styrktes även av observationerna som vi genomförde, eftersom majoriteten av deltagarna rörde sig flexibelt under de flesta arbetsmomenten. Enligt Bosch, van Eck, Knitel & de Looze (2016) är syftet med exoskelettet att främja och stödja arbetarna i fysiskt krävande och stressrelaterade arbetsuppgifter. I dessa

tester var dock arbetsuppgifterna mer fysiskt krävande än vad de var stressrelaterade, men hur som helst upplevdes och tillsynes uppfattades det att syftet med exoskelettet uppfylldes under de flesta arbetsmoment under testerna.

När det kommer till deltagarnas upplevelser vid på- och avklädning av exoskelettet, gick det tydligt att urskilja att dessa var överväldigande positiva. Däremot upplevde visserligen majoriteten av deltagarna vissa svårigheter inledningsvis men i detta fall upplevs det som en bisak, sett till deltagarnas helhetsintryck. Deltagarnas upplevda svårigheter i det inledande skedet av påklädningen uppmärksammades även under observationerna, men detta upplevdes bero på ovana. Det gick även att urskilja att samtliga utom en deltagare upplevde att det gick fortare att både klä på samt klä av sig exoskelettet efter att de fått göra det några gånger. Samtliga deltagare upplevde dessutom att det gick smidigare vid avklädning av exoskelettet samt att den var väl anpassad till arbetskläderna och annan skyddsutrustning, vilket definitivt är av betydelse för individens fortsatta användning sett ur en acceptansaspekt. Av samma anledning var det även intressant att deltagarnas upplevda tid och den verkliga tiden vad gäller på- och avklädning, överensstämde väldigt väl. I snitt tog det 2 minuter och 45 sekunder för deltagarna att klä på sig exoskelettet, respektive 1 minut för att klä av sig det. Relaterar man detta till en 8 timmars arbetsdag innebär det således att påklädningen vid ett tillfälle upptar nära 6 ‰ av arbetstiden, respektive 2 ‰ vid avklädning.

Under intervjuerna framkom det att den minoritet av deltagare som faktiskt kände någon form av obehag, uttryckte sammanfattningsvis att de gjorde det på grund av ovana över att ha på sig exoskelettet och vidare när de utförde vissa moment. I vår studie visade det sig heller inte att deltagarna kände obehag i bröstkorgen, vilket vi hyste en oro över med tanke på att det används remmar för att klä på sig exoskelettet. Över 80% eller också 10 av 12 deltagare i föreliggande studie upplevde dessutom att exoskelettet var kompatibelt med deras arbetskläder och övrig skyddsutrustning, vilket får anses som ett bra resultat.

Vidare framkom det även en enhetlig syn bland deltagarna gällande huruvida deltagarnas produktivitet och kvalitet av arbete med exoskelett påverkades överhuvudtaget eller inte alls. 10 av 12 deltagare upplevde att det inte skedde någon förändring i vare sig kvalitet eller produktivitet. Däremot var det en deltagare i vår studie, som med fog kan anses ha högst trovärdighet av samtliga deltagare, av den uppfattning att han blev mer produktiv eftersom exoskelettet främjade uthålligheten och gav honom ett bra stöd. Testpersonen arbetade som undertaxmontör och använde exoskelettet ofta i sitt yrke, därav påståendet om att denna individ kan anses ha högst trovärdighet i denna studie.

Det finns bevisligen flera arbetsmoment där exoskelettet kan anses vara tillämpligt, exempelvis snickeriarbeten i öppna ytor, undertaxmontering, elinstallationer i öppna ytor samt måleri av väggar och tak. Det fanns dock arbetsmoment där minoriteten av deltagare upplevde motsatsen, även fast dessa var få. Det visade sig att detta skulle gälla snickeriarbeten vid framförallt trånga utrymmen och vid de lägre delarna av inner eller yttervägg, samt plattsättningsarbeten som innefattade många skiften av arbetsställning från stående till sittande. Detta kan med fog påstås vara ett logiskt resultat eftersom dessa typer av arbeten kräver att man är mer flexibel.

6. Diskussion

I detta avsnitt diskuteras resultatet och analysen i föreliggande studie, med utgång från byggbranschens nuläge samt med stöd från tidigare studier. Avsnittet struktureras efter studiens frågeställningar i syfte att skapa mer klarhet och vidare diskuteras dessutom studiens validitet samt reliabilitet.

6.1 Diskussion av studiens frågeställningar

Upplever byggarbetare att exoskelettet är tillämbart för alla typer av byggarbeten eller endast för specifika arbetsmoment?

Med utgång från det som presenterats i resultatet finns det flera argument som pekar mot att exoskelettet är tillämbart inom byggbranschen. Det fanns farhågor som vi behövde få klarhet i innan vi kunde yttra oss om exoskelettets tillämpbarhet, och majoriteten av dessa handlade om de ingående momenten vid på- och avklädning. Deltagare från andra studier upplevde som

tidigare nämnt obehag på överkroppen vid arbete med exoskelett, men detta var inget som deltagarna i föreliggande studie upplevde (Zhu et al. (2020); Lovric, O. 2021). På- och avklädningsmomenten har även i tidigare forskning varit en aspekt som visat sig vara av betydelse för testpersonerna, i varje fall ur en acceptanssynpunkt (Sylla et al. 2014; Lovric, O. 2021). Det var därför positivt att en överväldigande majoritet av deltagarna i vår studie upplevde de ingående momenten vid på- och avklädningsmoment som lätthanterliga, framförallt efter att de fått testa på att klä på samt klä av sig exoskelettet ett antal gånger. För vi dessutom med i beräkningarna den verkliga tiden som det faktiskt gick åt att klä på respektive klä av exoskelettet, finns det således fog att påstå att detta förstärker påståendet om att exoskelettet är tillämpligt inom byggbranschen. Det finns dock förbättringspotential i exoskelettets design, framförallt när det kommer till remmarna där observationerna visade att deltagarna hade vissa svårigheter inledningsvis. Möjligtvis hade man fått ett ännu bättre resultat ur en tidsaspekt och även vad gäller generella upplevelsen vid på- och avklädningsmoment, om de övre remmarna varit grövre och således möjligtvis mer lätthanterliga.

Vad gäller deltagarnas upplevelser av att utföra arbetsuppgifterna med exoskelettet på sig, vågar vi med utgång från resultaten och analysen i föreliggande studie påstå att dessa är överväldigande positiva. Det som stärker detta påstående är att det framkommer att det är särskilt anpassat för arbeten som sker över axelhöjd. Enligt flera studier har man kunnat urskilja en tydlig ökning vad gäller chansen att utveckla arbetsrelaterade muskuloskeletal besvär när man utför arbeten över axlarna och huvudet, framförallt när man utför dessa under en längre tidsperiod samt där många repetitiva moment ingår (Schmalz et al. 2019; Yin, Yang & Qu 2021; Yu et al. 2015). Har man därför ett jobb som innefattar flera moment med arbete över axelhöjd, förefaller det således vara en fördel att utföra dessa med ett exoskelett på sig. Av förståeliga skäl upplevdes exoskelettet dock inte lika tillämpligt när deltagarna arbetade i trängre arbetsytor. Det är påfrestande att utföra sina arbetsuppgifter i dessa moment och därför är det föga förvånande att deltagarna upplevde

det än mer påfrestande med extra utrustning på sig. Med undantaget från de moment som krävde att deltagarna ofta skiftade ställning från stående till sittande och vice versa, upplevdes dock exoskelettet som flexibelt av både deltagare och utifrån observationerna, vilket också stöds av tidigare studier (Lovric, O. 2021) och stärker därför argumentet för exoskelettets tillämpbarhet på byggarbetsplatsen.

Går det att med utgång från det deltagarnas uttrycker samt det vi observerar, dra slutsatser om vilka yrkesgrupper som gynnas mest av att använda exoskelett i deras arbete?

Utifrån det deltagarna har uttryckt under intervjuerna går det att argumentera för att exoskelettet gynnar vissa yrkesgrupper mer än andra. Det var framförallt tre yrkesgrupper som deltagarna rekommenderade tillämpningen av exoskelettet i deras yrke och dessa var elektriker, målare och även snickare. Ett fåtal av deltagarna nämnde även specifikt undertaxmontörer.

Samtliga av dessa yrkesgrupper har arbetsuppgifter som innefattar flera repetitiva moment och fysiskt krävande arbetshållningar, vilket även Zhu et al. (2020) påpekar. Annan forskning menar på att arbetsrelaterade muskuloskeletal besvär eller skador som föranletts av bland annat obekväma arbetshållning, drabbar en stor del av världens arbetare och ser man till vår kontinent så är siffran så mycket som 40% av hela arbetande befolkningen (de Looze, Bosch, Krause, Stadler & O'Sullivan 2015; Näf et al. 2018). Det är med andra ord relativt vanligt att man utvecklar arbetsrelaterad MSB, kanske framförallt inom byggbranschen där det av förklarliga skäl uppstår flera moment med som innefattar en obekväma arbetshållning. Det kan därför anses som mycket positivt att det i både föreliggande studie samt i tidigare studier (Lovric, O. 2021) framkommer att över 80 % av deltagarna upplevde exoskelettet som kompatibelt med övrig arbetsutrustning. En annan aspekt som dock också bör uppmärksammas är att över 80% av deltagarna i vår studie upplevde att varken produktiviteten eller kvalitén förändrades. Liknande siffror kunde även utläsas i Lovrics studie (2021), där 90 % av

respondenterna angett att de inte tyckte att de blev mer produktiva.

Med samtliga av dessa aspekter i åtanke finns det med stor sannolikhet många fler yrken där exoskelettet kan komma till nytta men för att ta reda på det krävs det att fler undersökningar görs, förslagsvis riktade mot specifika yrkesgrupper som utför specifika repetitiva arbetsmoment.

Kan en rimlig slutsats presenteras gällande exoskelettets framtid inom byggbranschen?

Exoskelettet är en relativt ny innovation som så sent som 2021 vann tävlingen Nordbyggs Guldmalij som den mest innovativa produkten inom byggbranschen. Precis som för de flesta innovationer krävs det tid och troligen nischad marknadsföring för att nå fram till rätt yrkesgrupper. I enlighet med de Looze et .al (2015) finns det dock fog att påstå att utvecklingen gått i rätt riktigt. Det har skett flera större förändringar och förbättringar hos dagens exoskelett och då i synnerhet vad gäller vikten. Tidigare exoskeletten som har utvecklats sedan 60-talet var relativt tunga och kändes klumpiga (Sylla, Bonnet, Colledani, & Fraisse 2014). Däremot väger dagens exoskelett så lite som 2kg och är enligt testpersonerna i föreliggande studie dessutom mycket flexibel och även tillämpad för flera typer av arbete över axlar och huvud. Det finns därmed goda argument för påståendet att en rimlig slutsats kan presenteras, gällande exoskelettets framtid inom byggbranschen.

6.2 Reliabilitet och validitet

I föreliggande studie har kvalitativa metoder tillämpats i syfte att besvara studiens frågeställningar och således även studiens syfte och mål. Dessa metoder har utgjorts av intervjuer med och observationer av testpersoner som fått möjligheten att testa på att utföra arbetssysslor med och utan exoskelettet på sig och som vidare delat med sig deras upplevelser och uppfattningar från dessa moment. För att analysera den kvalitativa data som framkom vid

undersökningen har vi valt att göra detta genom IPA, vilket enligt Fejes & Thornberg (red.) (2019) med fördel kan göras för att få bättre förståelse för det deltagarna ger uttryck för. Att använda relevant forskningsmetod och vidare relevant metod för att analysera data, tyder på god validitet. (Ali ändrat)

Vad gäller urvalet har detta gjorts genom först ett selektivt urval och sedan ett explorativt urval. Det selektiva urvalet genomfördes genom att vi inledningsvis beslutade oss för att endast välja yrkesgrupper från byggbranschen och vidare genomfördes det explorativa urvalet genom att vi valde flera olika yrkesgrupper inom byggbranschen. Även detta kan tydas som att vi gjort relevanta val av urvalet med avseende på studiens syfte och mål och således har det enligt Denscombe (2018) även en positiv påverkan på studiens reliabilitet. Det som vi dock hade kunnat göra i syfte att öka reliabiliteten i studien är att vi hade kunnat spela in intervjuerna och transkribera dessa. På så vis hade deltagarnas svar framkommit mer korrekt, men istället valde vi att sammanfatta och det som deltagarna gav uttryck för. I denna studie tillhörde deltagare endast 5 olika byggyrken och dessutom utfördes testerna under halvdagar. Detta gör att det inte kan anses som representativt för den stora majoriteten av yrken inom byggbranschen, och således har det möjligtvis en viss negativ påverkan på reliabiliteten. Innan vi lämnade deltagarna fick de däremot titta igenom samtliga sammanfattningar av deras svar och godkänna att dessa kan användas som data i studien. Innan intervjun påbörjades fick däremot deltagarna ta del av information om studiens syfte, de fick på förhand läsa intervjufrågorna och vidare i samband med detta möjligheten att medge sitt samtycke till att delta i undersökningen och till att deras svar får användas som data, vilket enligt Denscombe (2018) tyder på god forskningssed.

7. Slutsats

Det som tydligt går att urskilja är att exoskelett är tillämpligt för olika byggyrken. Majoriteten av deltagarna var i de flesta fall positiva till exoskelettet och vad den kan tillföra dem i deras och andra byggarbetares arbeten. Den upplevs av samtliga deltagare vara tillämpbar inom byggbranschen, men att den ska vara tillämpligt till alla byggyrken samt att om man ska ha på sig den under hela arbetspasset är inte lika säkert. I studien uttryckte deltagarna att exoskelett är mest tillämpligt till yrken som elektriker, målare, snickare och undertaksmontörer.

Deltagarnas svar visade också att exoskelettet främst upplevs vara tillämpligt för de moment som innefattade arbete över axelhöjd, framförallt under en längre tid. Slutsatsen som kan dras utifrån deltagarnas svar är att elektriker, målare och snickare som jobbar ett större antal timmar av arbetsdagen över axelhöjd kommer, kommer troligtvis att gynnas av att utföra deras arbetsysslor med exoskelettet på sig. Exoskelettet kommer säkerligen stödja elektrikern som installerar nya spotlights i taket, målaren som målar tak och väggar, snickare som skruvar, borrar och eller monterar gipsskivor eller undertak under en längre tid samt i ett öppet utrymme.

I studien framkom det även att samtliga utom 2 deltagare hade tidigare kunskaper och erfarenheter av exoskelett. Detta tyder på att fler företag och således även fler yrkesarbetare inom byggindustrin blir mer varse om exoskelettet och troligtvis även dess hälsofrämjande potential. Med tanke på den begränsade forskningen som finns angående detta problemområde är det dock inte märkligt att majoriteten av byggföretagen inte har använt sig av exoskelettet i deras arbete ännu. Dels beror detta säkerligen på att det gjorts för lite forskning kring ämnet, men möjligen kan även kostnaden för exoskelettet upplevas som ett hinder. I dagsläget kostar ett exoskelett ca 22 tusen svenska kronor, vilket kan vara svårt att köpa in för många företag då de möjligtvis prioriterar annat med tanke på priset. Vi tror dock att ju mer forskning som görs kring ämnet kommer detta möjligtvis även att leda till att exoskelettet utvecklas. En annan aspekt vad gäller exoskelettets kostnad är att det för tillfället endast är Hilti som utvecklat ett sådant. Om fler företag lyckas utveckla egna exoskelett kommer detta med all sannolikhet även påverka priset. Detta kan vidare leda till att göra det något mindre kännbart för företagen, ur en ekonomisk synvinkel.

7.1 Förslag till vidare forskning av studien

Efter att ha genomfört denna studie har vi fått flera idéer på vidare forskning som kan göras. Något som skulle vara av intresse kan vara att genomföra en studie som endast vänder sig till personer som haft MSB och som varit sjukskrivna på grund av det. Det hade således varit intressant att undersöka hur dessa individer påverkas av att arbeta med exoskelettet på sig, under en längre tid.

Ett annat förslag är att göra en mer omfattande kvalitativ studie, liknande vår studie fast med ett större antal

deltagare och med en rättvisare representation av olika yrkesgrupper inom byggindustrin.

Vidare fanns det även deltagare från endast 5 olika yrken som testade på att jobba med exoskelett och dessutom utfördes testerna under halvdagar. Detta leder till att vi inte får en rättvis helhetsbild på hur tillämbart egentligen exoskelett är för exempelvis andra elektriker och plattsättare.

Ett sista förslag är att göra en studie med endast deltagare som delar samma yrke och som utför arbeten över axelhöjd under förslagsvis minst halva dagen.

8. Referenser

Afa försäkringar. (2019). Muskuloskeletala diagnoser. Internet.

https://www.afaforsakring.se/globalassets/forebyggande/analys-och-statistik/rapporter/2019/f6345_muskuloskeletala-diagnoser.pdf. (Hämtad: 2022-03-28)

Bosch, T., Eck van, J., Knitel, K. & Looze de, M. (2016). The effects of a passive exoskeleton on muscle activity, discomfort and endurance time in forward bending work. *Applied Ergonomics*, 54(2016), ss. 212-217

Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken - För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur AB

Ejvegård, Rolf. (1996). Vetenskapligt metod. Lund: Studentlitteratur. s 55-67.

Fejes, A. & Thornberg, R. (red). (2019). *Handbok i kvalitativ analys*. 3. uppl., Stockholm: Författarna & Liber AB

Hedin, Björn. (2013). Vetenskaplighet och vetenskapligt skrivande. Royal institute of Technology.
<https://www.kth.se/social/upload/522f02dcf27654673256d8cb/Vetenskaplighet-20130910.pdf>.

Hilti (2022) Exoskelett
https://www.hilti.se/c/CLS_EXOSKELETON_HUMAN_AUGMENTATION/CLS_UPPERBODY_EXOSKELETON/CLS_SUB_UPPERBODY_EXOSKELETON/r11987306
[2022-05-01]

Ho, Y., Seop Il, Ch., Kyung-Lyong, H., Yeon Jae, Ch., Goobong, Ch. & Jinho, S. (2015). Development of a

stand-alone powered exoskeleton robot suit in steel manufacturing. *ISIJ International*, 55(12), ss. 2069-2617

doi: 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2015-272

Looze de, M. P., Bosch, T., Krause, F., Stadler, K. S. & O'Sullivan, L. W. (2015). Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics*, 59(5), ss. 671-681.

doi: 10.1080/00140139.2015.1081988

Lovric, O. (2021). En kvalitativ och kvantitativ studie om dess användbarhet: Exoskelett på byggarbetsplatsen.

<https://hh.diva-portal.org/smash/get/diva2:1590160/FULLTEXT02.pdf>.

Maciukiewicz, J. M., Cudlip, Alan C., Chopp-Hurley, J. N., & Dickerson, C. R. (2016). Effects of overhead work configuration on muscle activity during a simulated drilling task. https://www.researchgate.net/publication/273503212_Risk_Assessment_of_Work-

Applied ergonomics.

Näf, M. B., Koopman, A. S., Baltrusch, S., Rodriguez Guerrero, C., Vanderborght, B. & Lefeber, D. (2018). Passive back support exoskeleton improves range of motion using flexible beams. *Frontiers in Robotics and AI*, 5(72).

doi: 10.3389/frobt.2018.00072

Related_Musculoskeletal_Disorders_in_Construction_State-of-the-Art_Review/link/551c3e290cf20d5fbde4811c/download

Porter, Bryan E. (2011). Naturalistic Observations field techniques for traffic psychology research. David W. Eby. Handbook of traffic psychology. ScienceDirect. S 61-72.

Samuelson, Björn. (2019). Arbetsskador inom byggindustrin 2019. Bygg- och anläggning-privat sektor. BCA 202:1

<https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Arbetsskador-inom-byggindustrin-2019-.pdf>

Schmalz, T., Schändlinger, J., Schuler, M., Bornmann, J., Schirrmeister, B., Kannenberg, A. & Ernst, M. (2019). Biomechanical and metabolic effectiveness of an industrial exoskeleton for overhead work. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23), s. 4792
doi: 10.3390/ijerph16234792

Spadaa, S., Ghibaudoa, L., Gilotta, S., Gastaldib, L. & Cavatortab Pia, M. (2017). Investigation into the applicability of a passive upper-limb exoskeleton in automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 11, ss. 1255-1262.
doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.252

Sylla, N., Bonnet, V., Colledani, F. & Fraise, P (2014). Ergonomic contribution of ABLE exoskeleton in automotive industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(4), ss. 475-481.
doi: 10.1016/j.ergon.2014.03.008

Zhu, Zhenhau, Dutta Amrita, Dai Fei (2020). Exoskeletons for manual material handling- A review and implications for construction applications: Automation in Construction.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580520310736?via%3Dihub>.

Wang, Di., Dai, Fei., Ning, Xiaonpeng (2015). Risk assesment of work-related musculoskeletal disorders. State of the art-reviwe.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0003687015300636?token=4F6067BA07073E8F322962F6B8C66F657BDA150DD299231F00C4F10BD0546C732176B49A5E09D6F71D7A8C5039512ECC&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220510233438>. Journal of construction engineering and management.

World health organization. (2021). Musculoskeletal conditions. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>. (Hämtad 2022-04-10)

Yin, P., Yang, L. & Qu, S. (2021) Development of an ergonomic wearable robotic device for assisting manual workers. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 18(5), ss. 1-11
doi: 10.1177/17298814211046745

9. Bilagor

Intervjufrågor - Exoskelett

Frågor innan testet

Kontrollfråga:

Vilket företag jobbar du för?

Fråga 1:

Vad har du för yrke?

Fråga 2:

Vilka arbetssysslor har du?

Följdfråga: Hur mycket tid av arbetsdagen uppskattar du att dessa arbetssysslor innefattar arbete över axelhöjd?

Fråga 3:

Har dina arbetssysslor tidigare lett till muskuloskeletal skador eller besvär hos dig?

Följdfråga om ja: Vart på kroppen har dessa besvär/skador skett?

Fråga 4:

Har besvären/skadorna lett till sjukskrivning?

Följdfråga om ja: I sådana fall hur länge har du varit sjukskriven?

Följdfråga: Vad har du gjort för att komma tillbaka till arbetet igen?

Fråga 5:

Vad hade du för tidigare kunskap eller erfarenhet av exoskelett innan du fick möjligheten att vara med i vår undersökning?

Frågor efter testet

Fråga 6:

Hur upplevde du instruktionerna som du fick ta del av inledningsvis?

Fråga 7:

Hur lång tid uppskattar du att det tog att ta på sig respektive ta av sig exoskelettet?

Fråga 8:

Hur upplevdes det när du skulle ta på respektive ta av dig exoskelett?

Följdfråga: Hur väl upplevde du att exoskelettet var kompatibelt med dina arbetskläder och övrig skyddsutrustning?

Fråga 9:

Hur känns det att utföra arbetsuppgifterna utan exoskelettet?

Följdfråga: Kände du någon skillnad när du utförde samma typer av arbetsuppgifter med exoskelettet på dig?

Fråga 10:

Upplivs något obehag någonstans på kroppen medan du utför dina arbetsuppgifter med exoskelettet på dig?

Följdfråga om ja: Vad upplever du att det beror på?

Fråga 11:

Upplivde du någon skillnad i arbetstakt, kvalitet och mängd (**produktiviteten**) med och utan användningen av exoskelettet?

Följdfråga om ja: Vad tror du att det beror på?

Följdfråga - Upplivs du att du hinner med fler arbetsmoment med respektive utan exoskelettet?

Fråga 12:

Hur skulle du sammanfatta exoskelettets tillämpbarhet i ditt yrke?

Fråga 13:

Till vilka byggyrken skulle du kunna rekommendera exoskelettet?

Fråga 14:

Är det någonting mer som du vill dela med dig vad gäller dina erfarenheter av att testa på exoskelettet?

Observationsprotokoll

- Observation vid påklädning- Anstränger testpersonerna sig vid påklädning? Tid?
- Observation när deltagaren går - Är västen flexibel vid gång?
- Observation vid installationsarbete (elledningar, VVS-arbeten)
- Observation vid snickeriarbete (ex hamra, skruva), måleri eller kakelsättning
- Observation vid vridning av kroppen.
- Observation vid böjning av kroppen.
- Observation vid arbete av att sitta på knä/huk.
- Observation av ansiktsuttryckt vid olika arbetsmoment/vridning
- Observation vid avklädning. Tid?

Enis Bektashi & Ali Balasini