

---

# Eksternt skjelett

## Sluttrapport forprosjekt

---

Pål Nordaune 14.12.21



# Innhold

<b>1. INTRODUKSJON .....</b>	<b>3</b>
1.1. Bakgrunn forebyggingspotensial .....	4
1.2. Hvorfor eksternt skjelett? .....	4
<b>2. PLANLAGTE AKTIVITETER I FORPROSJEKTET .....</b>	<b>6</b>
<b>3. GJENNOMFØRTE AKTIVITETER I FORPROSJEKTET .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ERARINGER FRA BRUK .....</b>	<b>8</b>
4.1. Erfaringer Caverion.....	9
4.2. Erfaringer Skanska .....	11
4.3. Erfaringer Veidekke .....	13
<b>5. SAMMENFATTET KONKLUSJON OM BRUK AV EKSTERNT SKJELETT .....</b>	<b>15</b>
<b>6. OPPSUMERING UTFØRTE OPPGAVER .....</b>	<b>16</b>
<b>7. KONKLUSJON FORPROSJEKT .....</b>	<b>17</b>

# 1. Introduksjon

Exoskeleton eller eksterne skjelett som vi har valgt å kalle det er hjelpemiddel som har dukket opp i markedet. Hensikten skal være å gi avlastning til kroppen. Det finnes flere typer eksterne skjelett for ulike kroppsdeler. I dette prosjektet er det valgt å se nærmere på eksternt skjelett for skulder.

Som en del av IA- bransjeprogrammet for bygg- og anlegg ble det gitt mandat til gjennomføring av et forprosjekt for å se nærmere på eksternt skjelett for skulder. Forprosjektet ble gjennomført i perioden oktober 2020 - november 2021.

Hovedmålsetningen til forprosjektet gikk ut på å finne ut om bruk av eksterne skjelett i bygge- anleggsbransjen kan være et aktuelt hjelpemiddel til å redusere belastning ved arbeid i og over skulderhøyde.



## Forprosjekt:

Kan eksterne skjelett ha potensial til å redusere belastning ved arbeid i og over skulderhøyde?

## Deltagere/interessenter

SKANSKA

Caverion  
Building Performance



B BACKE

mesta

BERGENE  
HOLM AS

STAMI  
STATENS  
ARBEIDSMILJØINSTITUTT

[Insert picturetext here].

## 1.1. Bakgrunn forebyggingspotensial

Arbeid i og over skulderhøyde er assosiert med økt risiko for skulderplager, og over tid øker det risikoen for å utvikle senebetennelse i skulderen. I Norsk arbeidsliv er det byggevirksomhet og særlig tømrere og bygningsarbeidere som rapporterer om at de arbeider i og over skulderhøyde.

Kilde: <https://noa.stami.no/tema/mechaniskfysisk-arbeidsmiljo/mekaniske-eksponeringer/loftede-armer/>

Samme gruppe rapporterer en forekomst av arbeidsrelaterte nakke- og skulderplager på ca. 30 %.

En studie viser at økende grad av armene hevet og økende varighet av denne belastningen i løpet av arbeidsdagen var assosiert med skuldersmerter.

Kilde: <https://noa.stami.no/tema/helseutfallarbeidsskader/helseplager/nakkesmerter/>

**Potensial:** hvis eksterne skjelett fungerer for bruk i bygge- og anleggsbransjen slik som produsenter og leverandører hevder, kan man anta at dette har et stort forebyggingspotensialt. Dette prosjektet svarer godt til lovteksten i forskrift om organisering, ledelse og medvirkning at Utviklingstiltak for å forebygge skader ved ergonomisk belastende arbeid skal iverksettes i samarbeid med berørte arbeidstakere. Kilde:

<https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-organisering-ledelse-og-medvirkning/2/2-1/>

Og

Arbeidsmiljøloven § 4-1 Generelle krav til arbeidsmiljøet:

*Standarden for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø skal til enhver tid utvikles og forbedres i samsvar med utviklingen i samfunnet.*

Kilde: <https://lovdata.no/lov/2005-06-17-62/§4-1>

## 1.2. Hvorfor eksternt skjelett?

I den siste tiden har det dukket opp en del Eksterne skjelett (exoskeleton) i markedet som markedsfører seg med redusert belastning for skuldre og armer med ca. 30 % lavere belastning. Det er en slags vest man tar på seg der man fester overarmene som assisterer armene når de løftes ut og opp. Det finnes flere produsenter og leverandører i Europa og USA. De har noen forskjeller, men hensikten med avlastning er den samme.

Anvendelsen av eksterne skjelett er i størst grad utbredt i industrien (bil, fly og skipsindustrien) men flere av leverandørene retter seg også mot byggevirksomheter.

Det vil være av stor interesse for å finne ut om eksterne skjelett er hensiktsmessig til å redusere belastningen ved arbeid i og over skulderhøyde. Byggebransjen har og vil fortsatt være avhengig av at vi har fagarbeidere som arbeider over skulderhøyde.

Årsakene til at folk utvikler nakke- og skulderplager er sammensatte av både organisatoriske-, psykososiale- og mekaniske faktorer. Det å redusere den mekaniske belastningen med bruk av eksternt skjelett **kan** være et godt bidrag til å gjøre noe med den ene risikofaktoren.

For at hele forebyggingspotensialet skal ivaretas må ikke bruken av eksterne skjelett bli det eneste forebyggende tiltaket. Faren kan være at vi spesialisierer arbeidsoppgaver som går over skulderhøyde. Slik det ser ut kan det være at man «klarer» mer med bruk av eksternt skjelett. Da har vi redusert belastningen men gitt mulighet til å øke eksponeringstiden.

## 2. Planlagte aktiviteter i forprosjektet

I mandatet til forprosjektet ble det gitt forslag om en rekke mulige oppgaver/aktiviteter:

- Involvere og samarbeide med fagpersoner (BHT, HMS, VO og Drift) fra flere entreprenører/firma som er godt kjent med og har utfordringer med arbeid i og over skulderhøyde.
- Skaffe oversikt over aktuelle eksterne skjelett som finnes i markedet (se vedlagte oversikt i Excel fil)
- Kartlegge hvilke arbeidsoppgaver som er relevant for utprøving av eksternt skjelett. (Etterarbeid i tunell, tømmerarbeid, sveising, el. montør, etc.)
- Vurdere å benytte myontec (<https://www.myontec.com/ergonomics>) som en del av kartleggingen av hvilke arbeidsoperasjoner som er relevant for uttesting av
- Prioritere hvilke 2-3 typer eksterne skjelett som skal testes ut
- Definere evalueringsmetode (observere brukere, intervju av brukere).
- Vurdere objektiv målemetode for belastning (Stami) f.eks ved bruk av myontec. <https://www.myontec.com/ergonomics>
- Forankre og rekruttere aktuelle testbedrifter/personer.
- Lage en plan for testing (definere varighet av test, NB tilvenningstid)
- Estimere kostnader i hovedprosjekt: Innkjøp av 2 eksemplarer av 2-3 forskjellige eksterne skjelett. Testutstyr (Stami? myontec?) Reiser ved forankring, testing, observasjon. Dokumentasjon, rapport, infomateriell, video.
- Få erfaring med bruk av myontec ErgoAnalysis .Er det et egnet verktøy for å synliggjøre arbeidsbelastning?

# 3. Gjennomførte aktiviteter i forprosjektet

Dette er en grov oversikt over hovedaktiviteter i forprosjektet, i tillegg kommer en del møteaktiviteter, planlegging og oppfølging.

## **Oktober-November 2020:**

Forarbeid, innhenting av info om div. Eksterne skjeletter, div. Teamsmøter med leverandører. Valg av og bestilling av skjelett.

## **Desember 2020:**

Forberedelser til og gjennomføring av oppstartsmøte med interessenter i forprosjektet.

## **Januar-februar-mars 2021:**

Testing eksternt skjelett. Tømrere Veidekke, Prosjekt Lilleby, Trondheim  
Møter med Stami  
Stami tester Myontec  
Testing Skanska, Tømrere, Fornebu.

## **Mars-Mai 2021:**

Testing Caverion, Elektrikere, rørleggere, ventilasjon, Levanger og Mære.

## **Mai-Juni 2021:**

Testing Skanska, Tunell, etterarbeid vann og frostsikring, Haramsøy

## **Juni-Juli 2021:**

Demo og mottak av Hilti skjelett ved Motek Trondheim  
Testing Veidekke Bane rehab av Liertunellen

## **August-sept 2021:**

Testing skjelett Stami, inkl myontec

## **Oktober - November 2021**

Testing Seby, Tømrere.  
Testing Caverion, Levanger, montering lysarmatur.  
Deltagelse Bygg Reis deg

## **November-desember 2021**

Hms- konferanse med innlegg om forprosjektet  
Testing tunellarbeid Veidekke Vann og frost sikring.  
Div møter vedrørende hovedprosjekt  
Stami v Bo Veiersted utformer detaljert søknad om videre arbeid i et hovedprosjekt.

# 4. Eraringer fra bruk

For å finne aktuelle testsituasjoner ble interessentene i forprosjektet bedt om å gjøre en grov kartlegging av aktuelle arbeidsoperasjoner som innehar arbeid i og over skulderhøyde av et visst omfang.

Firma	Fag	Arbeidsoppgaver	Detaljer om arb. oppgave	Vekt	Ev
Veidekke	Tømrer	Gipsmontering vegg og himling	Løfting av gipsplate fra bukk til montering på vegg. Gipsheis. Skruautomat. Arbeid fra gardintrapp	Makita Skruautomat 2,1 kg	
	Betong	Jernbinding veggforskalling.	Arbeid fra bakken, arbeid fra stillas. Jernbindertang. Jernbindermaskin?		
	Tunnel, vann og frostsikring	Boltsetting Membrantomtasje Sveising av membran, Ca 10 minutter per skøyt x 20 skøyter per skift Armeringsmontasje Komplettering, montering av avstandsstoler spioner etc	Arbeid fra lift, bakstuffed, bruk av muttertrekker Verktøy til membransveising	Twinny S: 6,5 kg	
	KL- montør/Energimontør		Mye over skulderhøyde		
	Sveiser	Sveising av spunt	Statisk arbeid, presisjonsarbeid		
Skanska	Vann og Frost	Tunnelinneledning	Arbeid over skulderhøyde/lang vektarm med verktøy		
	Ettermarked	Utbedringsjobb i 200 sjakter. Pigge løs en brannletting i 200 sjakter. Arbeidet skjer f		Piggmaskin	
	Bygg	fasade/himling	Arbeid over skulderhøyde med verktøy		
Caverion	Elektro	Montasje av lys i himling Montasje av kabelgater Kabeltrekking Kobling av utstyr over himling	Montasje lys: arbeid over skulderhøyde Kabelgater: tunge løft og montasje over skulderhøyde Kabeltrekking: arbeid over skulderhøyde Kobling av utstyr: Arbeid over skulderhøyde	Kabelbru: ca. 10kg Batteridrill: ca. 2kg	Jobb Kan i skjelt arbeid på/nå utsty
	Rør	Montasje av rørgater i koridorer Montasje av fordelerskap i himling Montasje av WC, vask	Rørgater: tunge løft og en del arbeid over skulderhøyde. Fordelerskap: lette skap og en del montasje over skulderhøyde. Montasje WC/vask: tunge løft	Rørgater (kobber): 10-15kg Rørgater (MA): 10-15kg WC: ca. 15-20kg Vask: 10-15kg Verktøy: muttertrekker ca. 2kg	Brukt mont
	Ventilasjon	Montasje av rør over himling Montering av Paragon-ventil (400x200mm)	Montasje av rør: arbeid over skulderhøyde	Paragon-ventil: ca. 20kg Batteridrill: ca. 2kg Skruer ca. 2kg	

Figur 1. utklipp kartlegging



## 4.1. Erfaringer Caverion

Exoskeleton er absolutt en god avlastning ved langvarig ensidig arbeid over skuldre-/hode-høyde. Her kan man forebygge slitasjeskader og sykmelding pga nakke- og skulderplager. Med noen forbedringer ser vi absolutt nytten av et slikt skjelett.



Så vdt testet ved plugging og boring i tak. Godt egnet her.

Men det forutsetter at man da har lagt opp til en del slikt arbeid over lengre tid, da det er lite egnet til å bevege seg med eller gjøre andre arbeidsoppgaver inn i mellom.



Måltaking og boring i tak for montasje sprinkler. Godt egnet, spesielt ved langvarig boring/hulltaking i betong.



Godt egnet. Her kan det være snakk om feste av mange hundre strips pr dag over flere dager. Her rapporteres det om veldig god nytte av skjelettet.



Bytte av lysarmatur i tak hvor man ikke kommer til med lift rett under armaturene og må jobbe med armene ut fra kroppen over lengre tid. Godt egnet. I enkelte situasjoner får man ikke tilpasset arbeidsstillingen optimalt og må jobbe med strake armer. Skjelettet oppfattes da som veldig komfortabelt mht støtte til armene.

<b>Skelex 360-XFR</b> <b>Fordeler</b>	<b>Utfordringer</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Det er mulig å justere løftekraften på skjelettet, noe som er nødvendig ved ulike arbeidssituasjoner</li> <li>•Forholdsvis enkelt å kle på</li> <li>•Finnes i flere størrelser (S, M, L)</li> <li>•Kan tilpasse størrelse til en viss grad.</li> <li>•Gir god avlastning for skuldre og armer under langvarig /tungt arbeid over hodet og ut fra kroppen.</li> <li>•Det er mulig å montere nakkestøtte på skjelettet for avlastning på nakke.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Noe vanskelig å tilpasse størrelse på skjelett. Trenger flere skjelett for montører av ulik størrelse pga begrensede muligheter for regulering. Dette skjelettet var i str L og oppleves stort for de som er mellom 180-185cm.</li> <li>•Innstilling for armstøtte er noe for lang og kommer i konflikt med albue under bruk.</li> <li>•Hoftebelte sklir opp under bruk.</li> <li>•Hekter seg fast i f.eks systemhimling, rørgater etc pga utforming.</li> <li>•Utformingen gjør det vanskelig å bære med seg f.eks sprinkelrør på skulder.</li> <li>•Metalloverflater bør isoleres med tanke på strømgjennomgang.</li> </ul>

Hilti HA EXO-01 Overhead Fordeler	Utfordringer
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Opplevs lett å kle på seg og gå med.</li> <li>•Det kan lett tilpasses mhp størrelse og løftekraft uten hjelp fra kollega.</li> <li>•Det er mulig å justere løftekraften på skjelettet, noe som er nødvendig ved ulike arbeidssituasjoner</li> <li>•Gir god avlastning for skuldre og armer under langvarig /tungt arbeid over hodet og ut fra kroppen.</li> <li>•Det leveres i en praktisk bag og er lett å pakke opp/ned.</li> <li>•Smekker skjelett med forholdsvis lite utstikkende deler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Justeringsskrue for løftekraft er løse og kan lett forsvinne.</li> <li>•Hekter seg fast i f.eks systemhimling, rørgater etc p ga utforming.</li> <li>•Best avlastning om man jobber med strake armer over skulderhøyde. Noe mindre løftekraft/støtte om overarm er ca 90° ut fra kroppen</li> <li>•Metalloverflater bør isoleres med tanke på strømgjennomgang.</li> </ul>

## 4.2. Erfaringer Skanska

### **Tømrerarbeid, rehabiliteringsprosjekt ved Fornebu:**

Arbeidsoppgave: meisling av branntetting i sjakt i og over skulderhøyde. Til dels trange forhold

- Første inntrykket fra de ansatte var at skjelettet ga god avlastning ved arbeid over skulderhøyde, men at den i enkelte rom/sjakter tok for mye plass.
- De var skeptiske da jeg kom med den, men de mener absolutt at skjelettet har noe for seg. De syntes det ga god avlastning på vedvarende arbeid over skulderhøyde og følte en økt utholdenhet i armene.
- Av forbedringer kommenterer de at det kanskje bygger litt mye over skuldrene og ut til siden. Uegnet i trange sjakter. Det bør også bli enklere å ta av/på og å tilpasse til mengde klær under



Bilder fra Skanska, meisling av brannetting i sjakt. Tidvis trange arbeidsforhold. Der det er plass nok fungerte det eksterne skjelettet etter hensikten.

### **Tunellarbeid, Skanska, Harmasøy:**

Etterarbeid vann og frost sikring:

Arbeidsoppgaver: binding av armering (se bilde under), festing av bolter etc.

- Erfaring fra en med yrkesskade i skulder: den ansatte fikk mere vondt av å ha vesten på (tror det handlet om motstanden når han senker armene). Mulig det handler litt om type arbeidsoppgave og tilvenning i tillegg.
- Gunstig så lenge man har vedvarende arbeid over skulderhøyde, men så snart man har arbeid i variert armhøyde oppleves den som hemmende.



### 4.3. Erfaringer Veidekke

#### **Tømrerarbeid, Veidekke Bygg Trondheim, Lilleby.**

montering av gipsplater i himling.

Det eksterne skjelettet gir god avlastning ved arbeid i og over skulderhøyde, og særlig ved arbeid på utstrakt arm.



Himlingsarbeid fra lift.  
Arbeidesoppgaven hadde mye iboende variasjon i seg selv.  
Tømrerne så ikke helt behovet for avlastningen fordi jobben i seg selv var ganske variert.

#### **Tunellarbeid, Veidekke Bane.**

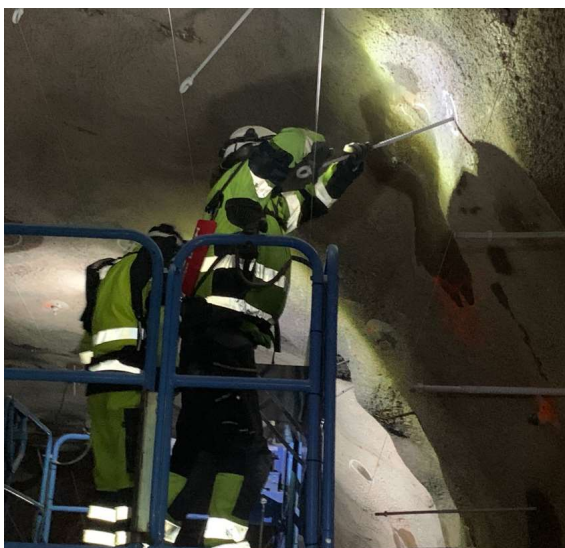
Montering av forankringspunkter til kjøreledning i Liertunellen.

Testet to typer skjelett: Skelex 360 og Hilti.

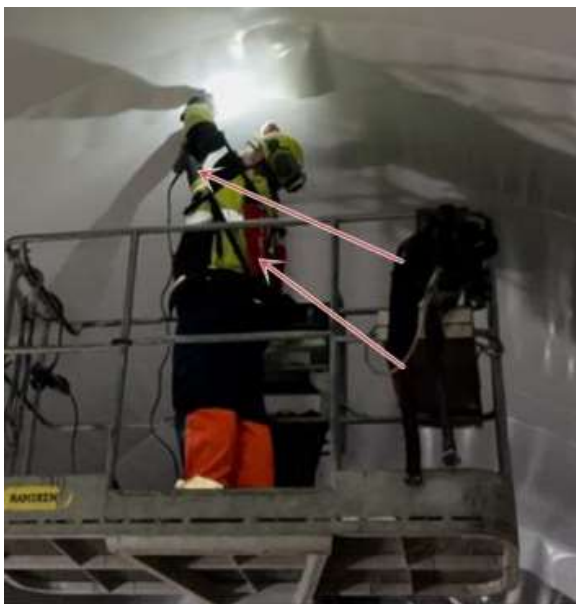


Trange plassforhold i lift.  
Hilti skjelettt er foretrukket på grunn av at det bygger mindre ut fra kroppen.  
Arbeidets egenart tilsa at det ikke er stort behov for avlastning fordi de har tilstrekkelig tid til avlastning mellom hver gang de arbeidet med armene hevet.

**Tunellarbeid, Veidekke, UDK01, Drammen.**  
Etterarbeid vann og frostsikring.  
Montering av bolter, Sveising av dukskjøter.



Montering av bolter ved etterarbeid vann og frostsikring. Benytter muttetrekker til å feste boltene etter at bolten er ført inn i hullet. Mye arbeid i og over skulderhøyde. De eksterne skjelettene gir god avlastning til lakkurat denne type arbeid.



Det eksterne skjelettet fungerer bra (Hilti) for arbeid som må utføres over hode høyde. Ytelsen øker. Produktet er noe tungvint og vanskelig å regulere på fra stilling horisontalt og nedover. Testperson blir sliten med å bruke krefter for å "presse" løftehjelp nedover. Justering på hvor mye det skal hjelpe til enhver tid enkel og øyeblikkelig via enkel regulering er ikke mulig.

Forebygging med slike hjelpemiddel er definitivt veien å gå fremover men det må bli mere brukervennlig, slik det er utformet er bruken i vårt arbeid veldig begrenset og gjør arbeidsprosessen tungvint

# 5. Sammenfattet konklusjon om bruk av eksternt skjelett

Eksternt skjelett for skulder kan se ut til å ha et potensial i å gi avlastning ved arbeid i og over skulderhøyde.

Det er mye som tyder på at eksterne skjelett for skulder kan være et godt tiltak i de situasjoner der arbeidstakere opplever ensidig repeterende arbeid over tid. Gode plassforhold er en forutsetning for at eksterne skjelett kan benyttes.

Testpersonene som har benyttet de eksterne skjelettene hevder at det gir god avlastning etter hensikten. Hvis arbeidsaktivitetene har en del iboende variasjon i oppgaven ser de ikke den store hensikten av å benytte det. Deres begrunnelse for det er at det er noe ekstra de må ha på seg.

De testpersonene som testet begge typene (Skelex 360 og Hilti) opplevde at Hilti sin type var mer behagelig i bruk. Egenvekt og omfang er egenskaper som vektlegges.

# 6. Oppsummering utførte oppgaver

Oppgaver i forprosjektet	Kommentar
Involvere og samarbeide med fagpersoner (BHT, HMS, VO og Drift) fra flere entreprenører/firma som er godt kjent med og har utfordringer med arbeid i og over skulderhøyde.	Ok.
Skaffe oversikt over aktuelle eksterne skjelett som finnes i markedet. Prioritere hvilke 2-3 typer eksterne skjelett som skal testes ut.	Ok, Excel fil i teams prosjekttrom. Skelex 360 Hilti EVO- Vest
Kartlegge hvilke arbeidsoppgaver som er relevant for utprøving av eksternt skjelett.	Ok, oversikt i Excel fil i teams prosjekttrom
Teste eksternt skjelett i forskjellige situasjoner	Ok, oppfølging og omfang av testing noe preget av restriksjoner av covid-19.
Vurdere objektiv målemetode for belastning (Stami) f.eks ved bruk av myontec. <a href="https://www.myontec.com/ergonomics">https://www.myontec.com/ergonomics</a>	Ok. Stami har konkludert med at myontec er formålstjenlig.
Definere hovedprosjekt, kostnader etc	Stami v/Bo Veiersted har definert et hovedprosjekt for videre undersøkelser.



# 7. Konklusjon forprosjekt

Forprosjektet har vist at eksternt skjelett for skulder kan være et aktuelt hjelpemiddel for arbeidstakere som har vedvarende arbeid i og over skulderhøyde.

Da dette med eksterne skjelett er en ganske ny ide kan en forvente produktutvikling. I løpet av prosjektperioden er det observert produktutvikling fra enkelte produsenter. (eks. evo-vest, NB den er ikke testet i forprosjektet)

Det er fortsatt en del ubesvarte spørsmål rundt hvor mye belastningsreduksjonen et eksternt skjelett for skulder kan gi. Reduksjon i belastning ved arbeid i og over skulderhøyde kan man anta har et potensial for å forebygge muskel- og skjelettplager relatert til denne type eksponering.

I forprosjektet har man gjennom testpersonene erfart at typiske arbeidsoppgaver man tradisjonelt definerer som arbeid i og over skulderhøyde (f.eks himlingsarbeid montering av gips, og montering av div. i tunelltak) kan ha iboende variasjon nok til at et eksternt skjelett ikke oppleves som nødvendig av arbeidstakeren. Varighet og hyppighet av arbeid i og over skulderhøyde kan man anta har betydning for om et slikt hjelpemiddel vil ha forebyggende effekt.

Forprosjektet har helt klart vist at det både er interesse for eksterne skjelett og et mulig forebyggingspotensiale ved bruk i situasjoner der man har vedvarende gjentakende arbeid i og over skulderhøyde.

Videre undersøkelser vedrørende effekter ved bruk av eksterne skjelett for skuldre vil være et nyttig bidrag inn i det forebyggende helsearbeidet for mange bedrifter i bygg- og anleggsbransjen. En ting er selve effekten av hjelpemiddelet, en annen effekt kan være at bransjen setter søkelyset mot vedvarende arbeid i og over skulderhøyde. Et hovedprosjekt i samarbeid med IA-bransjeprogrammet Bygg og anlegg og Stami vil være med på å styrke det forebyggende helsearbeidet.