

Sammanställning av ergonomiska arbetsmetoder för stålreglar

SBUF projekt nr 12314



SBUF  [®]

Peter Broberg Skanska Teknik, Skanska Sverige AB

Förord

Denna studie kom till för att vi såg arbetsmiljöproblem i anknytning till arbete med stålreglar i främst ytterväggar. Med ekonomiskt stöd från SBUF och tillsammans med leverantörer av stålreglar, verktyg, skruv, fönster och skivmaterial har tester av alternativa arbetsmetoder kunnat genomföras inom ramen för denna studie.

Ett stort tack till alla som medverkat och möjliggjort denna studie

- Materialleverantörer som bistått med material och kunskap till de tester som genomförts.
- Alla de personer som medverkat och engagerat sig i detta projekt.
- Referensgruppen:
Niklas Sparw, NCC
Anders Bergeling, PEAB
Henrik Persson, JM
Helena Burstrand Knutsson, Skanska

Göteborg, april 2012

Peter Broberg

Sammanfattning

Det har blivit allt vanligare att tunnplåtsreglar ersätter träreglar i ytterväggskonstruktioner. Detta gäller både nyproduktion och ombyggnader av befintligt husbestånd i Sverige. Det finns flera fördelar med stålreglar, exempelvis kortare uttorkningstid, god måttnoggrannhet, oorganiskt material, hög formstabilitet. En nackdel är sammanfogningen av tunnplåtsprofiler till varandra och infästning av fönster, dörrar och skivmaterial till tunnplåtsprofilerna. De sammanfogningssystem och produktionsmetoder som används idag fungerar dåligt i ett arbetsmiljöperspektiv.

Inom det här projektet har vi därför studerat följande moment och sammanställt de metoder som finns att tillgå för att skapa en bättre ergonomi vid infästning av, stål mot stål, skiva mot stål, fönster och dörrar i tunnplåtsstommen samt bearbetning/kapning av stål. Sammanfogningsmetoder alternativt produktionsmetoder som utvecklas har utvärderats med avseende på ergonomi och produktionsvänlighet/produktivitet.

Den slutsats som kan dras av detta projekt är att det som väntat finns metoder som kan förbättra ergonomin vid arbete med stålreglar om bara informationen når ut till produktionen. Fortsatt informationsspridning är således av största vikt för att få till en förändring och förbättring av ergonomin för yrkesarbetarna. Dock så finns ingen metod som fungerar för alla situationer och i flera fall kan det innebära ett problem av rena logistiskäl eftersom produktionsledarna upplever att det blir för många olika moment att hålla ordning på.

Slutsatser kan dock dras av de metoder och lösningar som studerats och vissa rekommendationer kan därför ges som vägledning till vilken metod som kan passa till vad. Inom ramen för detta projekt har många olika arbetsmetoder studerats. De skiljer sig något åt beroende på vad som ska sammanfogas eller bearbetas och har därför delats i stål/stål, skiva/stål, fönster/stål och bearbetning/kapning.

När det gäller stål mot stål så har vi beskrivit hur flera olika typer av nitning mycket väl kan komma att ersätta många av de moment där det idag skruvas. För skivmontage på stomme ser vi störst potential i limning alternativt spikning av skivor för att undvika den största mängden skruvning. Vi har även sett att det många gånger används fel skruvdragare när det skruvas. Skruvdragare som går på för låga varv drar inte i skruven på rätt sätt.

Vid fönstermontage har vi ännu inte nått hela vägen fram gällande justering men ändå hittat en skruv för fixering som fungerar väl till stålreglar på 1,5 och 2,0 mm. När det sedan kommer till kapning så har vi först och främst velat belysa vikten av detaljprojektering så väggarna beställs färdigkapade bit för bit. I andra hand, om justeringar ändå behöver genomföras, så har vi studerat ett antal sågar som fungerar väl och en hydraulisk klipp.

Sammanfattningsvis så måste arbetsmetoderna tänkas igenom i ett tidigt stadium där väggarna kan ritas upp och skickas till leverantören som då kan leverera stålreglarna förberedda för den mest ergonomiska arbetsmetoden.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	6
1.1	ALLMÄN INFORMATION	6
1.2	SYFTE	6
1.3	AVGRÄNSNINGAR	7
1.4	UTFÖRANDE.....	7
2	PROBLEMBESKRIVNING.....	9
2.1	STÅL/STÅL.....	9
2.2	SKIVA/STÅL.....	9
2.3	FÖNSTER/STÅL	10
2.4	BEARBETNING/KAPNING.....	11
2.5	ERGONOMIPROBLEM OCH BELASTNINGSSKADOR	11
3	ÖVERSIKT AV SAMMANFOGNINGSMETODER.....	19
3.1	SKRUVNING	19
3.2	STUKNITNING.....	20
3.3	STANSNITNING.....	21
3.4	POP-/BLINDNITNING.....	21
3.5	PUNKTSVETSNING	22
3.6	SPIKNING	23
3.7	SKJUTSKRUV.....	23
3.8	LIMNING	24
4	RESULTAT FÖR TESTADE ARBETSMETODER	25
4.1	STÅL/STÅL.....	25
4.2	SKIVA/STÅL.....	39
4.3	FÖNSTER/STÅL	50
4.4	BEARBETNING/KAPNING	53
4.5	DELTALJPROJEKTERING	58
5	INFORMATIONSSPRIDNING	61
6	DISKUSSION.....	63
7	SLUTSATSER	65
7.1	STÅL/STÅL	65
7.2	SKIVA/STÅL	65
7.3	FÖNSTER/STÅL.....	66
7.4	BEARBETNING/KAPNING.....	67
7.5	DELTALJPROJEKTERING	67
7.6	FORTSATT UTREDNINGSBEHOV	68

1 BAKGRUND

I detta kapitel presenteras en bakgrunden till studien och vad vi vill uppnå med den samt hur arbetsgång och genomförande är tänkt att fungera.

1.1 Allmän information

Det har blivit allt vanligare att tunnplåtsreglar ersätter träreglar i ytterväggskonstruktioner. Detta gäller både nyproduktion och ombyggnader av befintligt husbestånd i Sverige. En drivkraft till användandet av tunnplåtsreglar är regeländringen i och med BBR 12, kapitel 6:5 Fukt ”Vid bestämning av högsta tillåtna fukttillstånd skall kritiskt fukttillstånd användas”, som gör det komplicerat att använda trä som stommaterial i klimatskalet. Träreglar kan i princip bara användas i mindre byggnader där klimatskalet kan bli tätt relativt snabbt alternativt att hela byggnaden byggs under väderskydd. Det finns också fler fördelar som kortare uttorkningstid, höga toleranser etc. En stor nackdel är sammanfogningen av tunnplåtsprofiler till varandra och infästning av fönster, dörrar och skivmaterial till tunnplåtsprofilerna. De sammanfogningssystem och produktionsmetoder som används idag fungerar dåligt i ett arbetsmiljöperspektiv.

Nyligen utförda projekt, både ombyggnad och nybyggnadsprojekt, har delvis dåliga erfarenheter av infästningar i stålet ur ett arbetsmiljöperspektiv. Den vanligaste infästningsmetoden vid produktion på byggarbetsplatsen är skruvning. Skruvar med borrarspets är mycket arbetskrävande då det krävs stor kraft för att borrarspetsen ska kunna ta sig igenom stålet, och detta belastar yrkesarbetarens armar och axlar etc. Det finns andra sammanfogningsmetoder att tillgå när regelstomme alternativt hela väggen förtillverkas med mer industriella metoder, som till exempel punktsvetsning, stuk- och stansnitning etcetera, men här krävs andra produktionsmetoder och metoderna är inte anpassade för alla typer av projekt, t ex ombyggnadsprojekt där produktionen uteslutande utförs på plats.

Problematiken gäller inte bara sammanfogning av tunnplåtsprofiler. Det gäller också då skivor ska monteras till tunnplåtsstommen och då fönster och dörrar ska fästas in i tunnplåtsprofilerna. Primär förbättring som förväntas av detta SBUF-projekt är bättre arbetsmiljö för yrkesarbetarna. En sekundär effekt är högre kvalitet och högre produktivitet.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att utveckla kunskap kring ergonomiska sammanfogningsmetoder för väggar uppbyggda av tunnplåtsprofiler alternativt att utveckla nya produktionsmetoder för tunnplåtsstommar med syfte att minska belastningsskadorna på produktionspersonal. Projektet omfattar sammanfogning av stål till stål, skiva till stål samt infästning av fönster och dörrar i tunnplåtsprofiler. Dessutom behandlas frågan kring bearbetning av tunnplåtsprofilerna.

Nyttan med projektet är bättre arbetsmiljö för branschens yrkesarbetare samt utvecklade produktionsmetoder för att bygga ytterväggar i tunnplåt med robusta lösningar och hög kvalitet även vid svåra moment.

1.3 Avgränsningar

Inom projektet kommer följande moment att studeras och metoder att utvecklas. Infästning av:

- stål mot stål
- skiva mot stål
- fönster och dörrar i tunnplåtsstommen
- bearbetning/kapning av stål

Sammanfogningsmetoder alternativ produktionsmetoder som utvecklas kommer att utvärderas med avseende på:

- ergonomi
- produktionsvänlighet/produktivitet.

Produktutveckling kommer inte drivas inom ramarna för detta projekt, istället kommer de metoder och arbetssätt som finns tillgängliga på marknaden idag att belysas och utvärderas. Förhoppningen är dock att deltagande företag i studien skall få en djupare förståelse för vilka produkter som efterfrågas och på så sätt driva utvecklingen i rätt riktning.

1.4 Utförande

Arbetet kommer att ske i nära samarbete mellan produktionspersonal, skyddsombud, Byggnads och materialtillverkare. Metodiken i projektet beskrivs med punkterna nedan.

1. Arbetet inleds med att samla den kunskap vi har om sammanfogning av tunnplåtsprodukter. Detta kommer att göras i en inledande workshop där projektets alla aktörer deltar. Materialtillverkare och leverantörer bjuds in att demonstrera produkter och system som också produktionspersonal får prova på. Målsättningen med denna workshop är att i detalj identifiera de problem som finns idag och diskutera vilka förbättringar som krävs för att skapa en bättre arbetsmiljö. Det kan handla om förbättring av infästningsmetoder och förbättring av produktionsmetoder. För infästning av stål/stål och stål/skiva är det huvudsakliga målet att förbättra ergonomi och på så sätt indirekt kvalitet och produktivitet. För infästning av fönster och dörrar läggs störst fokus på kvalitet och produktivitet, eftersom produktionen idag inte ser stora arbetsmiljöproblem i detta moment.
2. Arbetet delas sedan in i fyra delområden, där man inom respektive område gör en djupare analys, modifiering av arbetssätt eller utrustning och förbättringar testas i en eller

flera ”mock ups” och utvärderas med avseende på ergonomi, kvalitet och produktivitet. De fyra delområdena är:

- a. Sammanfogning stål/stål
 - b. Sammanfogning skiva/stål
 - c. Infästning av fönster
 - d. Bearbetning/kapning av stål
3. Resultatet från delområdena ovan sammanställs i rapportform och diskuteras vid ett avslutande gemensamt möte där alla projektets aktörer erbjuds delta för att ytterligare komplettera och förklara hur de kan se förbättringar i ergonomin.
 4. Arbetssätten tillämpas i lämpligt byggprojekt framöver.

2 PROBLEMBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs mer detaljerat de olika problem som upplevs vid arbete med stålreglar. Problematiken delas in i fyra delområden enligt nedan. De problem som här beskrivs har framförts av projektchefer, platschefer, arbetsledare och yrkesarbetare vid projektets startmöte och platsbesök på fyra stycken byggarbetsplatser. Det är synpunkter från tidigare genomförda projekt där stålreglar använts samt projekt där arbete med stålreglar pågår i dagsläget. Problemen som lyfts fram här speglar de åsikter som framförts av ovan nämnda produktionspersonal men hindrar inte att fler problem kan finnas som behöver lösas i framtiden.

2.1 Stål/Stål

När det gäller arbete med stål till stål är det främst montage av stålregelstommen som avses där regler behöver fästas till skenor i stor omfattning. Ju tjockare stål desto besvärligare upplevs arbetet. Därför ligger fokus i denna studie främst på ytterväggar där regeltjockleken är 0,7 till 2,0 millimeter. Om lösningar finns som väsentligt förenklar montage av innerväggsstommar så kommer även detta att belysas.

Inom produktionen upplevs såväl skaderisker som ergonomiska problem när det gäller arbete med stålreglar. Störst risk är det för skärskador av metallen samt risken att slinta med skruvdragaren när skruven ska dras i och därmed skada fingrarna. Den senare risken bör kunna elimineras om man inte behöver hålla i skruven medan den borrar sig igenom stålet. En skruv för enhandsarbete med andra ord.

De ergonomiska problemen är främst, kraften som behövs för att dra i en skruv samt att arbetet ofta sker i fel höjd, med armar ovan axlar. Det kan i förlängningen leda till belastningsskador för den som skruvar mycket stål.

Utöver skaderisken är det också frustrerande och ineffektivt att många skruvar slinter undan innan de får grepp i stålet samt att borrarförmågan på många skruvar ses som undermålig. Det tar helt enkelt för lång tid och kräver för mycket kraft att få i en skruv. Med detta som grund är det därför viktigt att försöka hitta nya sammanfogningsmetoder samt att hitta de skruvar som fungerar bäst för ändamålet i de fall vi ändå måste skruva.

2.2 Skiva/Stål

På grund av det stora antal skruvar som krävs för att fästa en skiva till regelstommen så utgör skruvandets en stor belastning på yrkesarbetarna. Vid skruvning råder en hel del tveksamhet kring vilken skruv som fungerar bäst. I de fall där limning har provats så har man inte lyckats få skivan att fästa till reglarna tillräckligt bra. Den skiva som använts har varit en vindskyddsskiva benämnd Glasroc. Skivan kan även delvis klämmas fast med den ventilerade fasadläkten som monteras på många utfackningsväggar. Den måste dock skruvas till stommen eftersom den ska klara relativt stor kraftöverföring. Det innebär att en optimal skruv även för infästning av läkten måste tas fram för att detta moment ska utgöra minsta möjliga påfrestning på yrkesarbetarna.

2.3 Fönster/Stål

När det gäller infästning av fönster i stålreglar har problemen varit tvådelade. Det är både ett ergonomiskt infästningsproblem och ett kvalitetsproblem med injustering och materialval i väggen. För det första så har de karmskruvar som är avsedda för stålreglar upplevts tröga att få igenom förstärkningsregeln som skall vara 1,5 eller 2,0 mm tjock (Carlsson C 2008). Andra snickare har upplevt att skruvens gängor dras sönder lätt. En spetsigare skruv har efterlysts vid projektets startmöte där tjockleken på skruven istället ökar i riktning mot skruvskallen. Det karmsystem som hittills använts i de flesta fall är Kartros Adjufix-system. Det bör undersökas om det finns andra alternativ på marknaden.

Det andra problemet har med injusteringsmöjligheterna av fönstret att göra. Då fönstret justeras sviktar regeln på mitten istället för att flytta fönstret. Oro har även uttryckts gällande huruvida plåten är tillräckligt tjock för framtida justering. Det bör undersökas hur leverantörerna kontrollerat detta samt om de har en lösning för att styva upp karmreglarna så de inte sviktar vid justering. Reglarna som används i ytterväggen är oftast 170 till 220 mm breda.

I dagsläget används ofta 22 mm formplywood runt fönster och dörrar i ytterväggsstommen för att styva upp konstruktionen, se Figur 1. Det innebär dock att vi får organiskt material i väggarna där det är som störst risk för inläckage. Det är därför viktigt att undersöka hur vi kan lösa problemet med sviktande regler vid injustering



Figur 1. Formplywood används ofta runt fönster för att styva upp reglarnas liv.

2.4 Bearbetning/Kapning

Hos stålregelleverantörerna vill man förtydliga att stålreglar skall beställas färdigkapade för ytterväggsstål. Visst behov för bearbetning på byggarbetsplatsen kommer dock alltid att finnas. Därför är det viktigt att undersöka vilken som är den bästa metoden och sprida informationen. När det gäller ytterväggsreglar så är de i tjocklek 1,0 till 2,0 mm vilket innebär att de inte kan kapas med den regelkap som används för innerväggsstål eftersom den tar maximalt 0,7 mm. En annan lösning måste därför hittas. Hittills har produktionen testat vinkelslip, olika sågar och plåtsax. Problemet är att vinkelslip innebär ”heta arbeten” och medför såväl risker som en omständig arbetssituation. Dessutom blir det ingen vidare precision i kapsnittet. Arbetet med plåtsax innebär ett tungt arbete för händer och handleder som bör undvikas av ergonomiska skäl. Kapning med såg har hittills varit det som fungerat bäst.

De sågar som använts är specialtillverkade för ändamålet med starkare motor, nedväxlade och med en specialklinga. De har fått blandad kritik inom produktionen och maskinuthyrarna tycker att maskinerna är för klena för uthyrningsverksamhet. Vissa projekt vägrar använda sågarna eftersom klingorna bara går sönder enligt dem. Det är en tydlig bild att de som fått utbildning i hur sågen ska användas gillar den och då håller även såg och klingor bra. Sågen alstrar ingen hög värme och är därmed inte ett ”hett arbete”. Kapningarna blir precisa men flisor av metall skapas och skyddsglasögon är ett absolut måste. Inom produktionen tycker många att det är ”det bästa vi har just nu” men hoppas på en bättre lösning framöver.

2.5 Ergonomiproblem och belastningsskador

För att få en bild av de existerande ergonomiproblemen i byggbranschen så har vi studerat statistik från Arbetsmiljöverket, besökt Byggnads och gjort flera arbetsplatsbesök samt intervjuat ett skyddsombud från byggproduktionen.

2.5.1 Byggnads och yrkesarbetarnas åsikter

Inom ramen för detta projekt har vi träffat såväl Byggnads som snickare på olika arbetsplatser. Byggnads oroas av det ökande antal vibrationsskador man ser. De sätts i samband med det ökade skruvandet såväl invändigt som utvändigt under senare år. När skruvningen dessutom blir tyngre på grund av tjockare stål i ytterväggarna ökar påfrestningarna på yrkesarbetarnas axlar och armbågar vilket kan leda till belastningsskador.

Byggnads är därför positiva till att undersöka nya metoder som till exempel limning av gipskivor och användandet av lufttrycksverktyg. De poängterar dock att limmet måste vara testat och godkänt så det är ofarligt att arbeta med.

När det gäller lufttrycksverktyg är det framförallt deras egenskaper med mindre vibrationer som uppskattas. De föreslår vidare att vi borde kolla på möjligheterna att skapa ett internt lufttryckssystem för byggarbetsplatsen för att på så vis öka användandet av lufttrycksverktyg.

I övrigt anser de att det är problematiskt med den bristande arbetsrotation som idag råder på byggarbetsplatserna. Samtidigt poängterar man vikten av att BAS-P och BAS-U förstår sina roller i projektet så att ergonomin arbetas in i projektet i ett tidigt skede.



Figur 2. Yttervägg i Brogården Alingsås (Foto: www.sbi.se)

Av snickarna som vi träffat uppfattar vi att de som skruvar mest stål är de som har mest ont i axlar och armbågar. Extra tydligt var detta vid ett besök på Skanskas projekt Brogården i Alingsås där mycket stålreglar används, se *Figur 2*. De betonar även den stora mängden borrning som måste utföras för att fästa in stålreglarna i betongstommen med hjälp av konsoler. Även de ställer sig positiva till ett ökat användande av lufttrycksverktyg om så skulle vara möjligt.

Bilden av att stålregel användandet ökar i ytterväggar och därmed utgör ett tungt skruvmoment bekräftas av skyddsombud Bertil Fagersson som hoppas att metoderna ska utvecklas för att minska belastningarna på yrkesarbetarna. Han ser positivt på alternativ som nitning eller punktsvetsning som radikalt skulle minska belastningen som blir i skruvögonblicket för stål till stål. När det gäller skivor mot stål ser han potential i limning eller spikning av skivorna till stommen lite beroende på årstid och arbetsplats. I övrigt poängterar han vikten av att ha en bra bearbetningsutrustning för de tillfällen då stålet måste kapas.

2.5.2 Statistik över arbetssjukdomar i byggverksamhet

Vi har studerat statistik från Arbetsmiljöverkets rapport *Arbetsskador 2010* samt den senaste tillgängliga statistiken över fördelning av belastningsskador inom byggverksamhet som här-

stammar från år 2006. Statistiken från 2006 kommer från Arbetsmiljöverkets skrift Ergonomi i byggbranschen med beställningsnummer ADI 616.

	Kvinnor		Män		Totalt	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Belastningsfaktorer	2254	44	2069	52	4323	48
Organisatoriska eller sociala faktorer	1638	32	519	13	2157	24
Kemiska eller biologiska ämnen/faktorer	711	14	402	10	1113	12
Buller	198	4	732	18	930	10
Vibrationer	3	0	67	2	70	1
Övriga fysikaliska faktorer ¹	102	2	45	1	147	2
Smitta	139	3	69	2	208	2
Övrigt, oklart	61	1	66	2	127	1
Samtliga	5106	100	3969	100	9075	100

1) Framförallt kyla, drag och ventilation

Källa: AV/ISA

Tabell 1. Här framgår att belastningsfaktorer och vibrationer ligger bakom nästan hälften av arbetssjukdomarna på arbetsmarknaden (Arbetsmiljöverket 2010).

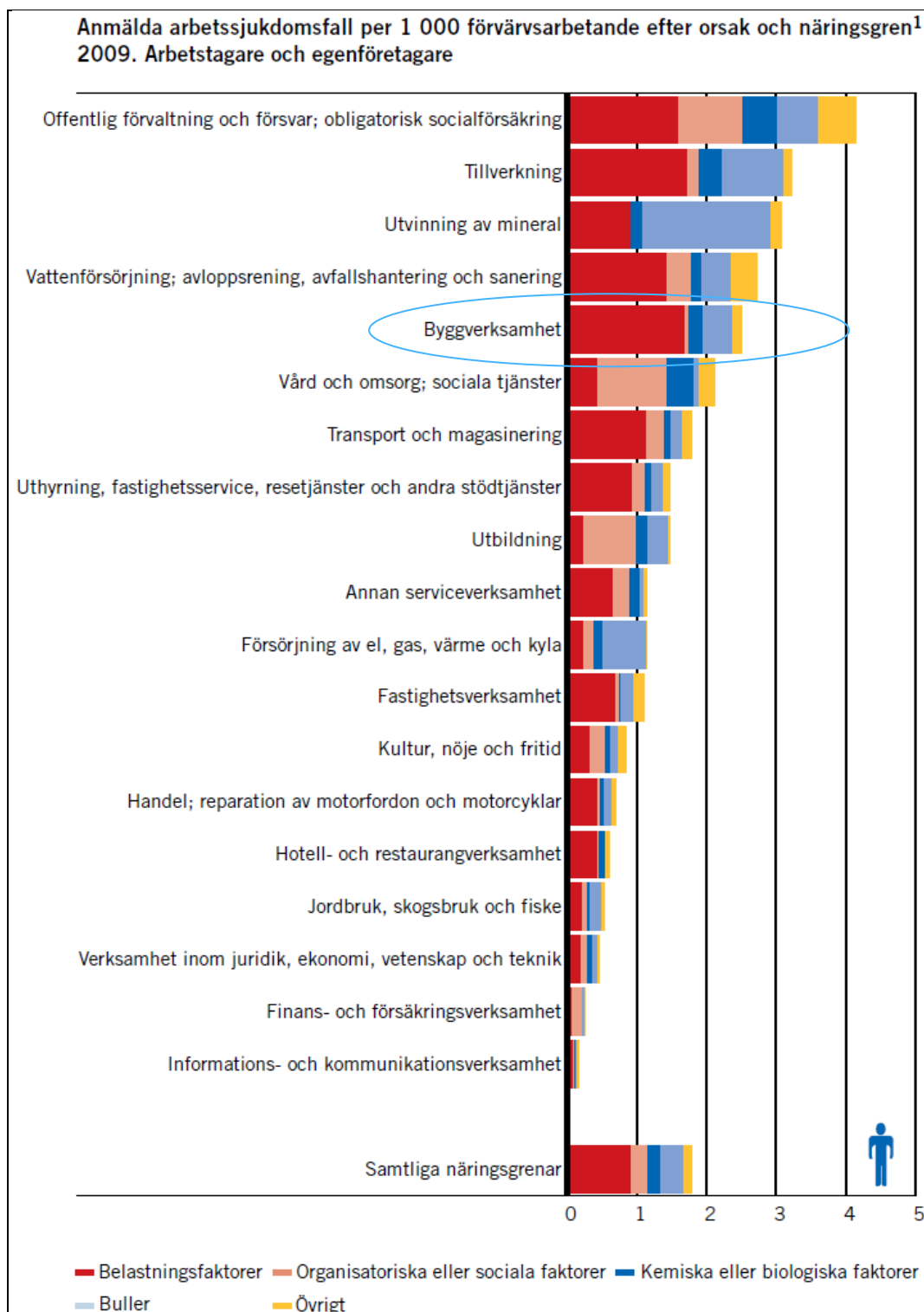
För att tydliggöra redovisade tabeller är det viktigt att veta vad som klassas som arbetssjukdom i statistiken. Arbetsmiljöverket beskriver det enligt följande, "som arbetssjukdom betraktas besvär som uppstår efter en tids skadlig inverkan i arbetet. Denna tid kan vara kortare eller längre. Inte sällan uppkommer besvären först efter många år och kan vara av fysisk eller psykisk karaktär"

Under 2010 anmäldes 9 075 arbetssjukdomar bland arbetstagare och egenföretagare i alla yrkeskategorier till Försäkringskassan. Som framgår av Tabell 1 så härrör cirka hälften av dessa till belastningsfaktorer och vibrationer. För att få en bild av hur många av dessa sjukdomsfall som härstammar från byggverksamhet så redovisas Tabell 2 där det går att utläsa att av 9 075 rapporterade arbetssjukdomar härstammar 710 fall från byggverksamhet av olika slag. Av dessa 710 arbetssjukdomsfall beror cirka 65 % på belastningsfaktorer av något slag vilket kan utläsas ur Tabell 3.

Anmälda arbetssjukdomar efter näringsgren, kön och misstänkt orsak år 2010. Arbetstagare och egenföretagare
Reported work-related diseases by economic activity, sex and suspected cause in 2010. Employees and self-employed persons

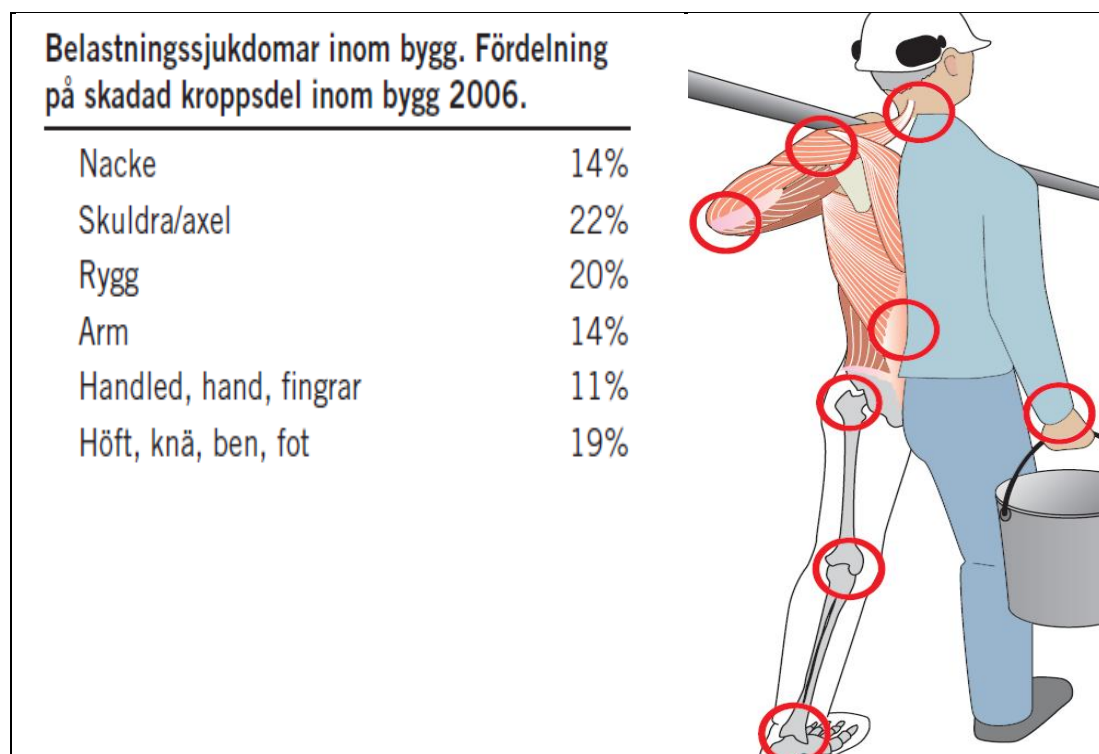
Näringsgren/SNI2007	Kön	Misstänkt orsak					Totalt
		Belastningsfaktorer	Kemiska/ biologiska ämnen	Buller	Organisatoriska/ sociala faktorer	Övrigt, uppgift saknas	
33	Totalt	26	12	15	11	–	64
	1 Man	23	12	15	11	–	61
D	Totalt	8	3	13	4	1	29
	1 Man	4	2	10	2	–	18
	2 Kvinnor	4	1	3	2	1	11
E	Totalt	25	3	6	5	5	44
	1 Man	20	2	6	5	5	38
38	Totalt	15	–	4	–	2	21
	1 Man	14	–	4	–	2	20
36-37, 39	Totalt	10	3	2	5	3	23
	1 Man	6	2	2	5	3	18
F	Totalt	475	54	113	29	39	710
	1 Man	455	51	113	16	37	672
	2 Kvinnor	20	3	–	13	2	38
41	Totalt	160	13	50	5	19	247
	1 Man	157	12	50	3	19	241
	2 Kvinnor	3	1	–	2	–	6
42	Totalt	58	6	21	17	7	109
	1 Man	49	5	21	10	6	91
	2 Kvinnor	9	1	–	7	1	18
431	Totalt	25	6	10	–	3	44
	1 Man	22	6	10	–	2	40
432	Totalt	104	15	11	4	8	142
	1 Man	102	15	11	2	8	138
	2 Kvinnor	2	–	–	2	–	4
433	Totalt	78	9	7	–	–	94
	1 Man	77	8	7	–	–	92
	2 Kvinnor	1	1	–	–	–	2
439	Totalt	50	5	14	3	2	74
	1 Man	48	5	14	1	2	70

Tabell 2. Här framgår att 710 av 9075 arbetssjukdomar härstammar från byggverksamhet.



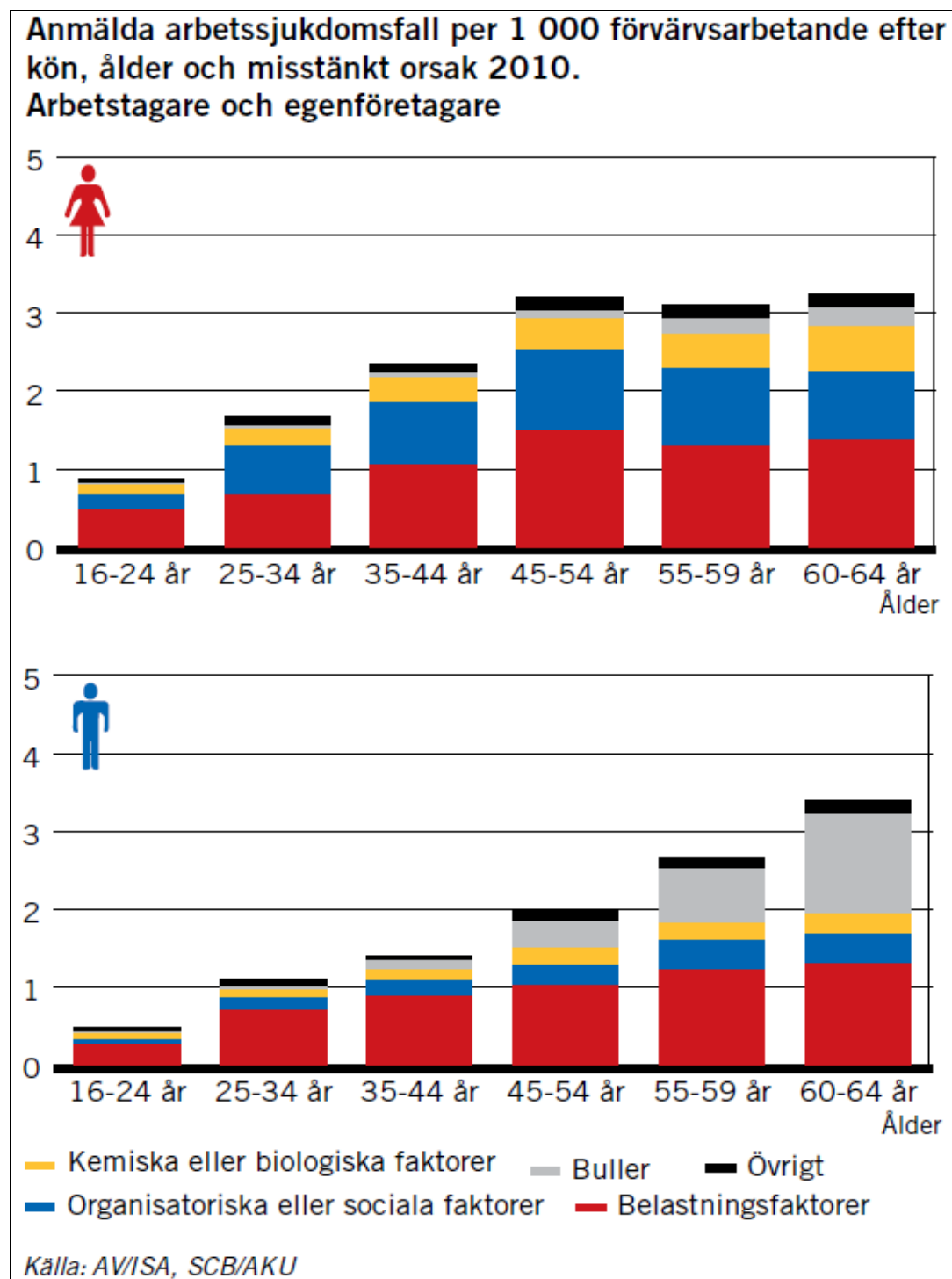
Tabell 3. Cirka 65 % av arbetssjukdomarna i byggbranschen härrör från belastningsfaktorer.

Den senast tillgängliga statistiken gällande fördelningen av belastningsskador från 2006 redovisas i Tabell 4. Där kan det utläsas att besvär med skuldra/axel, arm, handled, hand och fingrar står för 47 % av besvären. Detta är den typ av problem som kan uppstå av allt för mycket tungt skruvande och som riskerar att öka om vi inte ser över ergonomin vid arbete med stålreglar.



Tabell 4. Fördelning av belastningssjukdomar enligt Arbetsmiljöverkets skrift ADI 616.

Enligt Europrofil 2010 arbetar endast 2 % av byggnadsarbetarna till 65 års ålder medan resterande tvingas gå i pension i förtid alternativt byta arbete på grund av förslitningsskador. Belastningsskador blir också vanligare med stigande ålder vilket framgår av Tabell 5 där mönstret visserligen är något tydligare för män än kvinnor men merparten av byggnadsarbetarna är idag män. Noteras bör även att bullerskadorna ökar med åldern. Genom att skruva mindre minskas sannolikt också bullret på arbetsplatserna. Sammantaget kan vi konstatera att det finns mycket att vinna på att se över ergonomin vid arbete med stålreglar så byggnadsarbetarna kan få vara friska genom hela sitt arbetsliv.



Tabell 5. Arbetssjukdom på grund av belastningsfaktorer och buller ökar med ökad ålder.

3 ÖVERSIKT AV SAMMANFOGNINGSMETODER

I detta kapitel presenteras en översikt av de sammanfogningsmetoder som vi tillsammans med övriga aktörer i projektet valt ut för att studera närmare utifrån deras potential att förenkla och förbättra arbetet rent ergonomiskt med bibehållen kvalitet. Vissa arbetssätt är välkända och används flitigt medan andra behöver belysas ytterligare för att få bred förankring i produktionen. Det är metoder för sammanfogning av stål/stål, skiva/stål och fönster till stål. Under respektive metod presenteras hur arbetet går till samt för- och nackdelar. Dessutom beskrivs om metoden används idag, till vad den används och vilka förutsättningar som krävs.

Följande relevanta metoder finns idag tillgängliga på marknaden:

- Skruvning
- Stuknitning
- Stansnitning
- Pop-/blindnitning
- Punktsvetsning
- Spikning
- Skjutskruv
- Limning
- Karminfästningssystem

Metoderna beskrivs var för sig under respektive rubrik nedan. Där presenteras även vilket användningsområde de olika arbetssätten kan väntas ha. Till exempel kan vissa metoder sannolikt passa bättre för arbete i hus- eller fältfabrik medan andra kan vara särskilt bra för platsbyggda konstruktioner.

3.1 Skruvning

Idag finns skruv för väldigt många användningsområden och för att få ett bra resultat krävs att rätt sorts skruv och verktyg används. För ytterväggsreglar som är av stål 1,0–2,0 mm krävs till exempel att någon av följande tre skruvtyper används:

- Penetrerande skruv (Speedskruv)
- Borrande skruv
- Gängpressande skruv

Penetrerande skruv

De tre skruvsorterna har olika egenskaper och krav på förutsättningar. Den penetrerande skruven som används flitigt för innerväggar kan även användas i ytterväggsstål i något modifierat utförande. Den kallas då speedskruv och har fördelen att den är väldigt spetsig och greppar tag i stålet snabbare än en skruv med borrarpet. Den har även fördelen att pressa undan stålet istället för att borra bort det vilket innebär att det inte skapas metallflisor som fastnar på bit-

sen. Idag finns dock ett begränsat urval av speedskruv på marknaden vilket begränsar användningsområdet.

Borrande skruv

Det finns väldigt många olika sorters borrande skruv och där är problemet att veta vilken av alla skruv som är lämplig för ändamålet. Det kommer att testas inom ramen för denna studie. Den borrande skruven har ofta kritiserats för mängden metallspån som produceras eftersom dessa fastnar på bitsen som är något magnetisk. Detta försvårar ofta arbetsprocessen.

Gängpressande skruv

När det gäller gängpressande skruv så krävs att plåtegen antingen förborras eller stansas på fabrik före leverans. Det är en relativt vanlig sammanfogningsmetod i Australien där byggnation med stålregelkonstruktioner är mer utvecklat och har pågått i stor skala under längre tid (Öhult L 1997). I Sverige är metoden dock inte särskilt vanlig då regler och skenor än så länge inte levereras med förstansade hål i alla infästningspunkter. Att förborra i varje anslutningspunkt skulle ta alltför lång tid och vara för omständligt.

Skruvning utförs idag till största del med el- och batteridrivna skruvdragare. Skruv för utvändiga skivor dras ofta med en batteridrivna borrar-skruvdragare. För montering av mellanväggar används cirka 50 stycken skruv per skiva och då används i de flesta fall rakbandad skruv tillsammans med en något mer högvarvig gipsskruvdragare. Ibland används olyckligtvis även slagskruvdragare för att utföra skruvning i stål. Detta bör alltid undvikas då det bidrar till ökade vibrationer och därmed risk för skador.

Fördelarna med skruvning är att det går att utföra i princip var som helst och metoden är inte särskilt resurskrävande. En skruv tål också en relativt stor last jämfört med till exempel en spik. Nackdelen är bland annat skaderisken när en skruv slinter eftersom det kan vara trögt att penetrera plåten. Dessutom kan den kraft som krävs för att dra i skruven tillsammans med vibrationer från verktyget i längden bidra till belastningsskador på grund av det stora antal skruv som krävs.

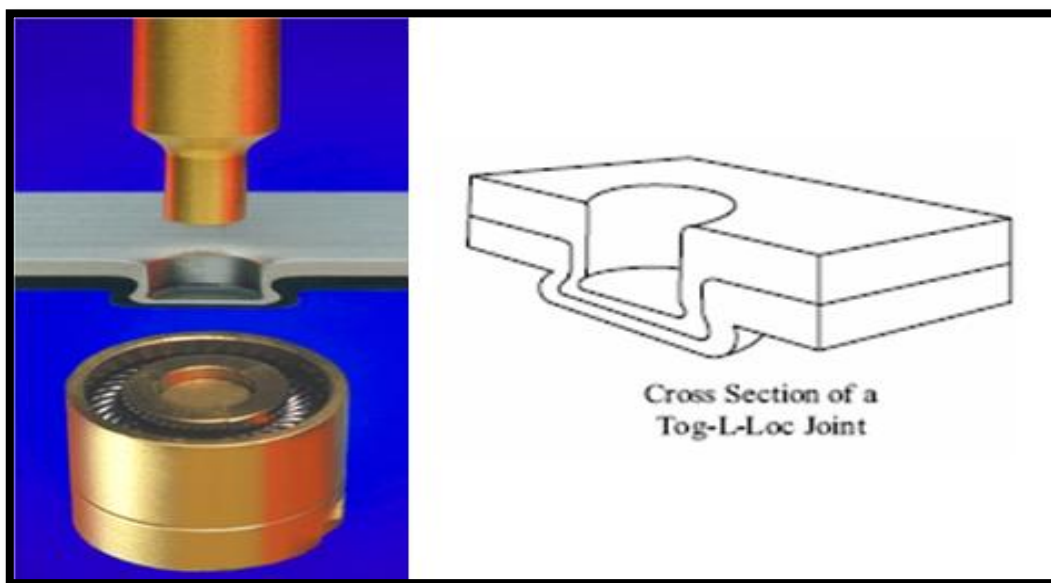
Metoden används flitigt i byggbranschen idag både för sammanfogning av stål/stål och för skiva mot stål eftersom den är enkel och inte kräver särskilt mycket förberedelser eller resurser. Allt som behövs är skruvdragare och skruv. Skruvning används idag både i husfabriker, fältfabriker och vid platsbyggda konstruktioner. Då metoden ergonomiskt är direkt olämplig vid repeterat arbete och serieproduktion så hoppas vi finna alternativa lösningar inom ramen för denna studie.

3.2 Stuknitning

Stuknitning av plåt till plåt har använts länge inom andra branscher och har under senare år även börjat introduceras i byggbranschen som ett alternativ till skruvning. Vid stuknitning sammanfogas plåtarna genom att pressas samman när en stans trycks in i dynan på motstående sida med plåtarna i kläm. Då bildas en sammanfogning enligt *Figur 3* nedan. Stuknitningen

bidrar till en materialbesparing då inget infästningsmaterial behöver köpas in. Dessutom är metoden skonsam mot det galvaniserade rostskyddet som på detta sätt inte skadas av infästningen. Arbetet utförs helt av verktyget vilket innebär att snickaren endast behöver hålla verktyget på plats under cirka 2 sekunder.

Ett problem vid användning av stuknitning i byggbranschen är att försöka hålla nere vikten på verktyget så att det blir mobilt och lätt att arbeta med vid platsbyggnation. Stuknitning har hittills varit relativt ovanligt i den svenska byggbranschen men vi ser potential i metoden och kommer undersöka den vidare inom detta projekt. Förhoppningen är framför allt att den skall kunna ersätta skruvning vid platsbyggda konstruktioner där skruvning annars hade använts.



Figur 3. Tvärsektion av stuknitningsförband.

3.3 Stansnitning

Vid stansnitning stansar nitarna själva hål i stålet och åstadkommer sammanfogningen. Infästningsmaterial måste tillföras vilket innebär att en av fördelarna som fås vid stuknitning går förlorad eftersom nitar måste köpas in. Verktyget är dessutom relativt tungt och lämpar sig bäst för industriell tillverkning. Idag är stansnitning en väldigt ovanlig metod i den svenska byggbranschen. Vi har således inte valt att gå vidare med denna metod i detta projekt.

3.4 Pop-/blindnitning

Blindnitning innebär att monteringen sker "blint" i avseende att ingen åtkomst krävs på motstående sida, varför metoden med fördel kan användas i profiler eller i applikationer där åtkomst endast finns från en sida. Blindniten består av 2 delar, nit och splint (se Figur 4). En

förutsättning för att kunna pop- eller blindnita är att det finns ett hål att stoppa niten i. Nitningen går till så att niten placeras i hålet, verktyget drar åt sig splinten så nitkroppen expanderar och drar ihop materialskikten. Slutligen brister splinten vid en brottanvisning och nitningen är klar.

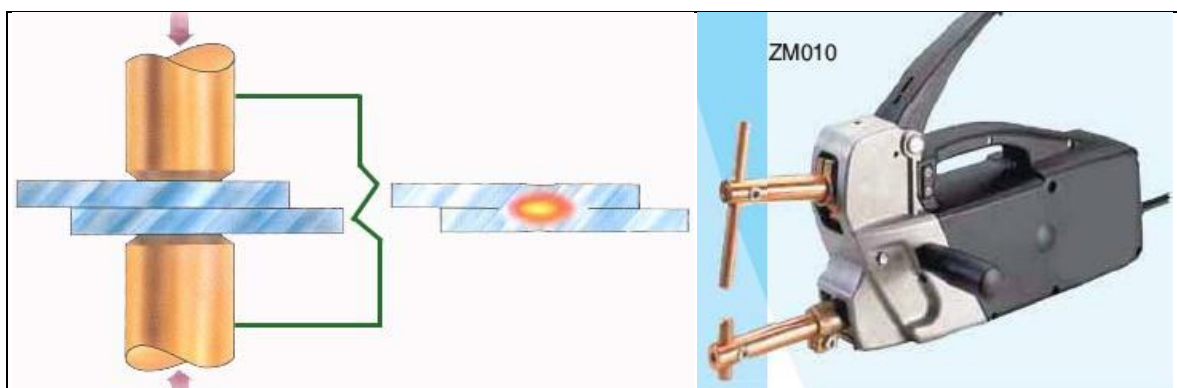
Fördelen med blindnitning är att metoden är väldigt ergonomiskt skonsam då den varken vibrerar eller kräver någon särskild kraft. Nackdelen är att det krävs färdiga hål i konstruktionen vilket till exempel kräver att samtliga väggar är projekterade i detalj så de kan levereras försänsade. Denna metod ses därför som potentiell ersättare för skruvning framförallt i fält- eller husfabrik där prefabtillverkning sker. Svårast blir det sannolikt att applicera metoden på ombyggnadsprojekt även om det är eftersträvansvärt.



Figur 4. Olika blindnitar med sina delar nitkropp (överst i bild) och splint (nedåt i bild).

3.5 Punktsvetsning

Punktsvetsning som är en typ av motståndssvetsning används för att svetsa ihop två plåtar med varandra. Två elektroder med runda spetsar pressar ihop plåtarna och leder ström genom dem så att materialet smälter ihop i en punkt (se Figur 5). Metoden används framförallt på plåt i tjocklekarna 0,5 till 3 mm och passar därför utmärkt för svetsning av skenor och stålreglar.



Figur 5. Princip för punktsvetsning (bilder från www.svets.se och www.bmsvets.se)

Fördelen är att metoden är snabb och effektiv samtidigt som den är ergonomisk för de som monterar regelstommen.

Idag används metoden på minst en fast prefabfabrik i Sverige och sägs där ha ökat produktiviteten med cirka 40 procent jämfört med skruvmontage (Nedervi 2011). Det finns många olika varianter på svetstänger men de lämpar sig primärt för arbete i fast fabrik.

3.6 Spikning

Spikning av skenor till stålreglar till samt vindskivor till stålregelstomme kan utföras med lufttryckspistoler. Det krävs bara att skallen på spiken är tillräckligt stor samt att spiken har rätt rostskyddsklass och är vriden i sitt utförande så att den inte kan lossna. Spikningen utförs företrädesvis med ett 20-bars lufttryckssystem eftersom de pistolerna har avsevärt lägre rekyl än jämförbara 8-barsverktyg. Spikning på stålregelstomme är idag sällsynt i Sverige men förekommer i bland annat Australien som ligger långt fram i arbete med stålreglar. De fördelar som metoden innebär är mindre vibrationer än skruvning, minimal kraftansträngning och ett snabbt montage. Nackdelen är att en kompressor behövs på arbetsplatsen vilket ibland anses omständligt vid platsbyggda väggar. I tidigare arbete med 20-barssystem utomhus på vintern har också stora frysproblem upplevts med utrustningen (Fagersson 2011). Detta ger alltså ytterligare en osäkerhetsfaktor. Spikning ses som en metod som är så snabb och ergonomiskt skonsam att den skulle kunna vara ett alternativ för såväl fabriks- som platsbyggda konstruktioner. Spikning skulle kunna användas som ett komplement till limning under de perioder då vädret inte tillåter limning på grund av kyla. Vi ser potential i spikning av stål mot stål samt skiva mot stål men ser att flera frågor finns kvar att lösa gällande tvärkrafter och utdragsvärden med mera.



Figur 6. Spikning av stålreglar till skenor testas och provdras i samarbete med Ergofast.

3.7 Skjutskruv

Skjutskruvning utförs med pneumatisk skruvdragare i 20-barsserien. På under en tiondels sekund skjuts skruven in delvis och dras sedan åt på vanligt vis. Detta minimerar den hand-

kraft som behöver läggas bakom och minskar därmed risken för belastningsskador på axlar och armar vilket också är metodens största fördel. Den andra fördelen är effektiviteten när skruvandet går så fort. Nackdelen är att metoden idag bara kan användas på ett och två lager gipsskivor. En annan nackdel och begränsning för systemet är att tjockare stålreglar inte penetreras av skjutskruven.

I detta projekt ämnar vi undersöka om systemet kan fungera på en 9 mm vindskyddsskiva av gips tillsammans med en 1,0 mm stålregel för yttervägg som är den vanligaste ytterväggsregeln. Fungerar det väl kan systemet vara aktuellt för såväl platsbyggda som fabriksbyggda väggar.

För innerväggar fungerar systemet bra och rekommenderas framför traditionella gipsskruvdragare med batteri eller nätanslutning. Med mindre vibrationer, mindre kraftansträngning och ett snabbare arbete är skjutskruvning därför ett högtintressant alternativ för innerväggar och eventuellt för ytterväggar om testet faller väl ut, se avsnitt 4.2.1.1 till 4.2.1.3.

3.8 Limning

Limning är en metod för sammanfogning av gips- och mineritskivor mot stål. Det innebär helt enkelt att skivorna limmas på stommen istället för att skruvas. Metoden har förfinats med hjälp av fixturer som skivorna skjuts in i vid montaget. Fixturerna hjälper till att hålla skivan på plats samtidigt som de bidrar till ett vindtätare skal och ger dessutom en möjlighet att glesa regelavståndet från 450 mm till 600 mm där så är möjligt med hänsyn till vindlaster med mera. Glesning av reglarna möjliggörs av att skivorna limmas samman till en större enhet med hjälp av fixturen och inga fria skivändar som behöver stöd förekommer då. Vid montaget kan antingen magnetlinjaler eller några strategiskt placerade skruv användas för att hålla skivorna mot stommen medans limmet härdar. Det innebär att även om alternativet med några skruvar väljs så har skruvandet minimerats från de cirka femtio skruvar som normalt krävs vid infästning för att uppnå fullgod samverkan i konstruktionen till de kanske nio skruvar som nu behövs (beroende av skivhöjd). Systemet har alltså ett flertal fördelar då det är mer ergonomisk, bidrar till ökad täthet i byggnadsskalet, är snabbare och har en potential att eliminera skruvandet. Nackdelen är att limmet inte har fullgod prestanda vid temperaturer under 5°C. Det ställer till bekymmer vid montage under vinterhalvåret. Systemet kan fungera både för platsbyggda konstruktioner och för tillverkning i husfabrik eller liknande. En viktig sak att tänka på är dock att väggar inte får lyftas och flyttas runt under limmets härdningstid (24 timmar) om inte skivorna är fixerade av till exempel efterföljande ventilerad fasadläkt eller liknande. Limning som system finns utvecklat för såväl invändigt som utvändigt montage och vi avser att utvärdera båda alternativen i denna studie.

4 RESULTAT FÖR TESTADE ARBETSMETODER

I detta kapitel presenteras de arbetsmetoder och lösningar som vi valt att undersöka för att försöka se om det finns bättre och mer ergonomiska lösningar att tillgå på marknaden när vi arbetar med stålreglar. Som nämns i föregående kapitel så har dessa metoder valts ut av Skanska Teknik i samarbete med deltagande aktörer i projektet på grund av deras potential att lösa specifika ergonomiska problem (se avsnitt 2.5). Samtliga metoder som vi har hittat och som bedömts kunna fungera i full skala inom snar framtid har undersökts. Uppdelningen är enligt tidigare stål/stål, skivor/stål, fönster/stål och bearbetning/kapning. Ett flertal tester har utförts i samarbete med projektets aktörer samt ett par externa leverantörer. De flesta provmontage och undersökningar har dessutom utförts tillsammans med erfarna snickare från produktionen för att få ett yrkesmässigt utförande samt relevanta omdömen gällande metodens potential. Inom ramen för detta projekt har flera testväggar byggts med varierande metodval för att bättre kunna avgöra hur arbetsmetoderna fungerar i praktiken. Testerna har huvudsakligen utförts i Skanskas Husfabrik i Göteborg.

4.1 Stål/Stål

För att hitta bästa möjliga lösning för sammanfogning av stål till stål har vi undersökt skruvning, stuknitning, pop-/blindnitning, spikning, punktsvetsning och två system för invändiga regelstommar. Med tanke på att montage både sker i fabrik, fältfabrik och på plats så är det naturligt att det är olika metoder som anses bäst lämpade för respektive fall. Här följer en presentation av de metoder som vi valt att utvärdera.

4.1.1 Skruvning

Även om vi i största möjliga mån vill undvika skruvning så kräver vissa situationer ändå att det utförs. För dessa situationer är det av största vikt att rätt skruv används för att ge minimal påfrestning på den som utför arbetet samt minimera risken för skador. Därför har vi inom ramen för denna studie undersökt och testat vilka skruvar som upplevs bäst att arbeta med, se Figur 7. Testerna har utförts av Skanska Teknik i samarbete med skyddsombud från produktionen samt tekniskt- och säljansvariga på Ejot&Avdel, Europrofil, Hilti, Lindab och U-nite. Den slutliga bedömningen har dock gjorts av Skanska Teknik. Separata tester har utförts för olika användningsområden. Skruv för följande funktioner har testats (redovisas i kapitel 4.1.1.1 till 4.1.1.2):

- Fästa skena och regel i yttervägg (t=1,0–2,0 mm)
- Fästa ventilerad fasadläkt till regel i yttervägg (t=1,0–2,0 mm)
- (Se även tillägg i avsnitt 4.1.12 gällande glespanel i trä)

4.1.1.1 Skruvning av skenor till regler

Viktiga egenskaper för den skruv vi sökt är god borrhållförmåga genom två plåtar med en tjocklek på 1,0–2,0 mm. Dessutom bör den ha så platt huvud som möjligt för att inte skada efter-

följande skiva. Undantaget är de fall då mineralullsskiva (till exempel Paroc ROB 80) används istället för vindskyddsskiva av gips eller minerit eftersom skruvskallen då kan tryckas in i mineralullen. I det sistnämnda fallet kan därför sexkantsskruv med fördel användas tillsammans med hylsa vilket bidrar till ett enklare montage eftersom snickaren inte behöver hålla i skruven när den ska dras i. Detta är eftersträvansvärt eftersom det radikalt minskar skaderisken. Metoden med mineralullsskiva som vindskyddsskiva är vanlig vid passivhusbyggnation. För skruvning av skena till regler har vi testat följande skruv:

- Hilti artikelnr: 387986 (S-DD03Z LH 4,8x17 för stål max 2,5 mm och bits Ph 2)
- Hilti artikelnr: 281300 (S-DD08Z M 3,5x9 för stål max 2,5 mm och bits Ph 2)
- V/S/B artikelnr: 7117 (4,8x17 FZB för stål max 3,0 mm och bits Ph 2)
- Europrofils Ergo PS 4,8x19 (för stål max 2x1,0-2,5 mm och bits Ttap-15)*
- Lindab artikelnr: B08Unifast (4,8x16 för stål 2x0,56-2x1,5 mm och bits Ph 2) *

*Lindabs skruvar tillverkas av U-nite och Europrofils skruvar tillverkas i samarbete med Ejot&Avdel.



Figur 7. Montageskruvar med platt huvud för stål/stål testas och utvärderas.

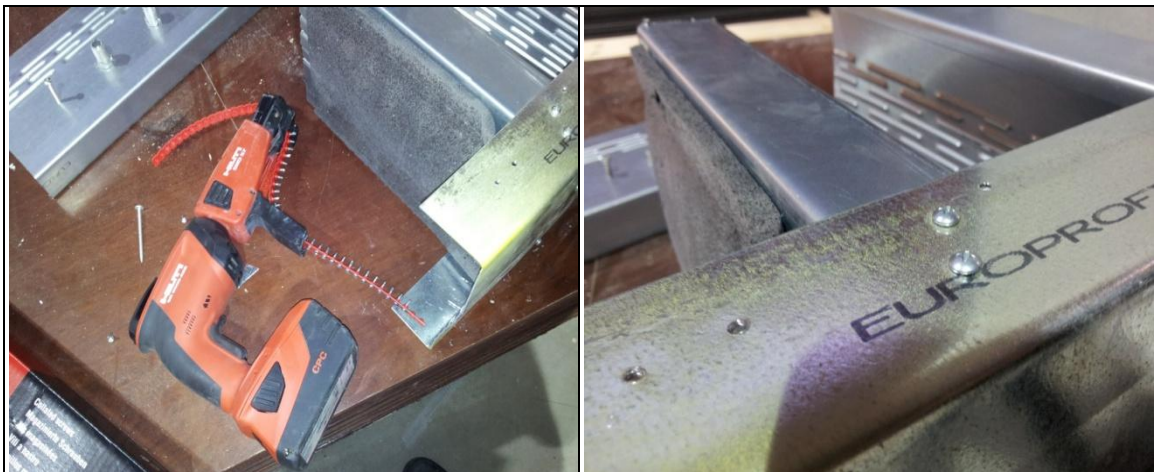
Ovanstående skruvar har valts ut i samarbete med deltagande aktörer i detta projekt och är alla väldigt lika i sitt utförande med platt skalle och borrhåll för tjockare stålreglar. Undantaget är Hiltis bandade skruv 281300 som har en något mer utstickande skalle. I våra tester har vi skruvat genom en skena på 1,0 mm och regler på 1,0–2,0 mm. De egenskaper vi bedömt är borrhåll, vilken kraft som behövs, passform till bits samt övriga iakttagelser.

Hilti nr:387986

Borrar bra genom skena och stålregel oavsett tjocklek. Bra passform till bits och jämn kvalitet på skruven vilket innebär att få skruvar slinter och spill samt skaderisk minskar. Med rätt bits sitter skruven så pass bra vid bitsen att ingen andra hand behövs för att hålla i skruven. Kraften som behövs upplevs likvärdig med den som behövs för Lindabs och V/S/Bs skruv. Skruven uppfattades som en av testets mest kompletta.

Hilti nr:281300

En bandad automatskruv som borrar bra så länge vi bara skruvar skena 1,0 mm till regel 1,0 mm (vilket är det vanligaste) men inte orkar när reglarna blir tjockare. Längden på skruven är i kortaste laget vilket bidrar med viss osäkerhet kring infästningens kvalitet. Skruven är även något tunnare än de andra skruvarna samt mer kullrig i sitt huvud (se Figur 8) vilket stör efterföljande skivmontage något. Fördelen är att skruvmontaget utförs relativt snabbt med en hand och därmed mindre skaderisk än då snickaren behöver hålla i skruven. Sammantaget kan denna skruv dock inte rekommenderas i den längd den nu lagerförs eftersom dess något bristande längd medför att vissa infästningspunkter inte sammanfogas på erforderligt sätt.



Figur 8. Hiltis bandade skruv 281300 testas på stål/stål av tjocklek 2x1,0 mm.

V/S/B nr:7117

Borrar bra genom skena och stålregel oavsett tjocklek. Något sämre passform till bits än Hiltis och Lindabs samt ojämna i kvalitet på skruven vilket innebär att fler skruvar slinter och spill samt skaderisk ökar. Kraften som behövs upplevs likvärdig med den som behövs för Lindabs och Hiltis skruv. Den sammantagna uppfattningen är att det finns bättre skruv att tillgå.

Europrofil Ergo PS 4,8x19

En skruv med bra borrhållförmåga (kanske testets bästa) men har en tendens att hugga fast och slinta när den når plåt nummer två. Tack vare den goda borrhållförmågan upplevs den kräva nå-

got mindre kraft än de andra skruvarna. Den nya bitsen ttap-15 som är tänkt att fungera som en Torx 15-bits med en extra styrtapp i skruvens stam fungerar inte enligt förväntningarna. Passform mellan bits och skruv fungerar mindre bra och bitsen slits ut efter bara några skruvar. Eventuellt är Torx 15 för liten för den kraft som behöver överföras till skruven. Ibland dyker det upp en skruv som sitter riktigt bra men kvalitén är allt för ojämn för att vi ska kunna rekommendera skruven i dess nuvarande utformning.

Lindab nr: B08

Borrar bra genom skena och stålregel oavsett tjocklek. Bra passform till bits och relativt jämn kvalitet på skruven vilket innebär att få skruvar slinter och spill samt skaderisk minskar. Kraften som behövs upplevs likvärdig med den som behövs för Hiltis och V/S/Bs skruv. Skruven uppfattades som en av testets mest kompletta.

Sammanfattande kommentar för skruvning av skena till stålregel

Viktiga egenskaper för en bra skruv är jämn kvalitet, bra passform till bits, bra styrning på skruven, god borrhållförmåga och platt skalle. De egenskaper som söks ska helt enkelt bidra till att ett enhandsmontage är möjligt för att minska skaderisken. Skruven ska dessutom borra snabbt och effektivt för att inte kräva så mycket anliggningskraft samt minska vibrationerna som arbetaren utsätts för. Flera av skruvarna i testet har delar av det som söks men ytterligare förbättringar för att sträva mot ett säkert enhandsmontage behövs i de flesta fall.

4.1.1.2 Skruvning av VFL till regelstomme

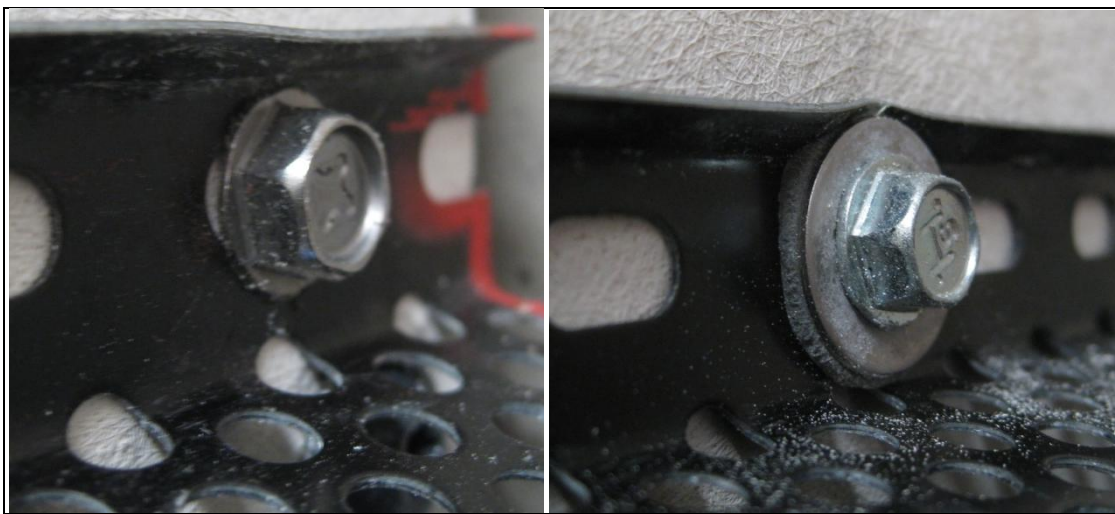
Vid skruvning av den ventilerade fasadläkten beror valet av skruv delvis på vilken vindskyddsskiva eller annat vindskydd som används. Om det till exempel används en mineralullsskiva istället för vindskyddsskiva av gips krävs en helt annan skruv som är betydligt längre. Tjockleken och därmed skruvens längd är dessutom beroende av eventuella distansklossar bakom den ventilerade fasadläkten. Dessa är till för riktning av vägg samt för att möjliggöra för eventuellt vatten i luftspalten att rinna neråt längs väggen utan att fastna vid läkten.

Vi har i vår bedömning valt att testa konstruktioner med vindskyddsskiva på 9 och 13 mm samt distansklossar på 0-15mm eftersom det ger viss möjlighet att rikta upp fasaden inför efterliggande fasadskivemontage eller liknande. Vi testade 9 mm minerit samt 9 och 13 mm gipsskivor. Då skivvalet inte utgjorde någon större skillnad för bedömningen så redovisas samtliga tester här i en samlad bedömning. För mer information kring korrosionsklasser, se avsnitt 4.2. För skruvning av VFL till regelstomme har vi testat följande skruv:

- Europrofil LBS-IF-C4 (4,8X40 Korr.klass C4 med 8 mm sexkantshuvud)
- Grabber artikelnr: 220501 (GUB25K 4,2x25 för stål max 2,3 mm och bits Ph 2, C4)
- Hilti artikelnr: 400748 (S-DD06C 4,2x25 för stål max 2,3 mm och bits Ph 2, C4)
- Hilti artikelnr: 375229 (S-MD51S 4,8x25Rostfri med 8 mm sexkantshuvud)
- Hilti artikelnr: 375232 (S-MD51S 5,5x50)Rostfri med 8 mm sexkantshuvud)

Europofilsk LBS-IF-C4

Europofilsk skruv LBS-IF-C4 är särskilt framtagen för just infästning av den ventilerade fasadläkten. Dess längd 40 mm är beräknad för att skivor upp till 13 mm samt 15 mm distans ska kunna användas. Det gör dock att den sticker in väl långt när ingen distans används och skivorna endast är 9 mm tjocka. Skruven har en sexkantsskalle vilket möjliggör för ett enhandsmontage med hylsa. Skruven borrar bra i stål mellan 1,0–2,0 mm tjocklek. Denna skruv är sammantaget ett bra alternativ för de montage då varierande tjocklek på distansklossar används eftersom samma skruv kan användas i samtliga infästningspunkter. Om ingen distanskloss används bör lämpligen en kortare skruv användas.



Figur 9. Till vänster Europofilsk skruv LBS-IF-C4 och till höger Hiltis S-MD51S.

Grabbers art.nr 220501

Grabbers självborrande montageskruv GUB25K 4,2x25 är ursprungligen tänkt som en skruv för infästning av utvändiga skivor men fungerar väl om det av någon anledning inte ska användas distansklossar bakom den ventilerade fasadläkten. Skruven monteras med Ph 2 bits vilket har efterfrågats av vissa snickare som tycker sexkantsskruven tar för lång tid att jobba med. Sexkantsskallen anser vi dock vara mer ergonomiskt riktig då den på ett annat sätt säkrar möjligheten till ett enhandsmontage. Skruven borrar bra och är i korrosionsklass C4 vilket gör att den kan rekommenderas för de situationer där inga distansklossar ska användas och sexkantsskalle ej är önskvärt.

Hiltis art.nr 400748

Hiltis självborrande montageskruv S-DD06C 4,2x25 är på samma sätt som Grabbers endast ett alternativ då distansklossar ej skall användas. Skruven är även den för montage med Ph 2 bits men vi tycker oss kunna urskilja en något jämnare kvalitet på passformen mellan bits och skruv än hos Grabber. Även denna montageskruv är i korrosionsklass C4 vilket gör att även

den kan rekommenderas för de situationer där inga distansklossar ska användas och sexkantsskalle ej är önskvärt.

Hiltis art.nr 375229 och 375232

Hiltis självborrande rostfria byggskruv S-MD51S med sexkantsskalle finns i flera tjocklekar och längder och kan väljas efter behov. Vi har testat 4,8x25 respektive 5,5x50 mm. De borrar bra men har med sin 16 mm stora bricka en tendens att fastna på uppviket på den ventilerade fasadläkten (se Figur 9) vilket undviks om Europrofils skruv LBS-IF-C4 används då den inte är brickförsedd. Sammanfattningsvis kan man konstatera att detta kan vara ett bra alternativ om Europrofils skruv upplevs som för lång då denna även finns i formaten 5,5x32 och 5,5x38 mm.

Tillägg avsnitt 4.1.1.2

Som tillägg till detta avsnitt kan även nämnas att vi tillsammans med teknisk personal från Hilti testat två skruvar från Hilti för skruvning av glespanel 28x70 i trä för de tillfällen då träpanel ska spikas på fasaden. Vi testade en skruv för manuell matning och en för automatskruvning. Skruven testades enligt Hiltis rekommendationer med deras högvargiga gipsskruvdragare SD 5000-A22 (tillsammans med automattillsatsen SMD 57 i fallet för automatskruven). Det var följande skruvar som testades:

- Hilti artikelnr: 386068 (S-DD10C 4,1x51 M, för stål max 2,25 mm, korr.klass C3)
- Hilti artikelnr: 416234 (S-WD11C 3,8x57 lös, för stål max 2,25 mm, korr.klass C3)

Hiltis art.nr 386068

Hiltis skruv S-DD10C M är en bandad skruv och den längd vi testade var 51 mm lång. Vi testade skruven på den vanligast förekommande stålregeltjockleken 1,0 mm och förstärkningsregel 1,5 mm. Skruven drar relativt väl i träet och tack vare glespanelen får den också bra styrning då den borrar sig genom förstärkningsregeln. Detta leder till att det redan efter en kort inkörning på några få skruvar fungerar väl med enhandsmontage så länge det går att hålla en bra arbetsposition där yrkesarbetaren kan lägga tillräcklig kraft bakom. Problem med detta kan till exempel uppstå nära ställningsplan i höga och låga positioner. Skruven är utformad i korrosionsklass C3 och kan användas utvändigt i stora delar av landet, kontroll bör ske med konstruktören. Sammanfattningsvis kan skruven rekommenderas till den som föredrar ett bandat skruvalternativ.

Hiltis art.nr 416234

Hiltis skruv S-WD11C är en lös skruv och den längd vi testade var 57 mm lång. Trots sin längd så styr skruven väl tack vare god borrhållförmåga i både trä och stål. Vi testade den på förstärkningsreglar i ståltjocklek 1,5 och 2,0 mm som komplement till tidigare testad bandad skruv. Skruven borrar mycket bra igenom 1,5 mm stål och med bra resultat även i 2,0 mm stål där borrhållningen tar en bråkdel sekund extra. Även denna skruv är tillverkad i korrosionsklass C3 och kan efter kontroll i handlingar eller med konstruktör användas i utvändigt i stora delar

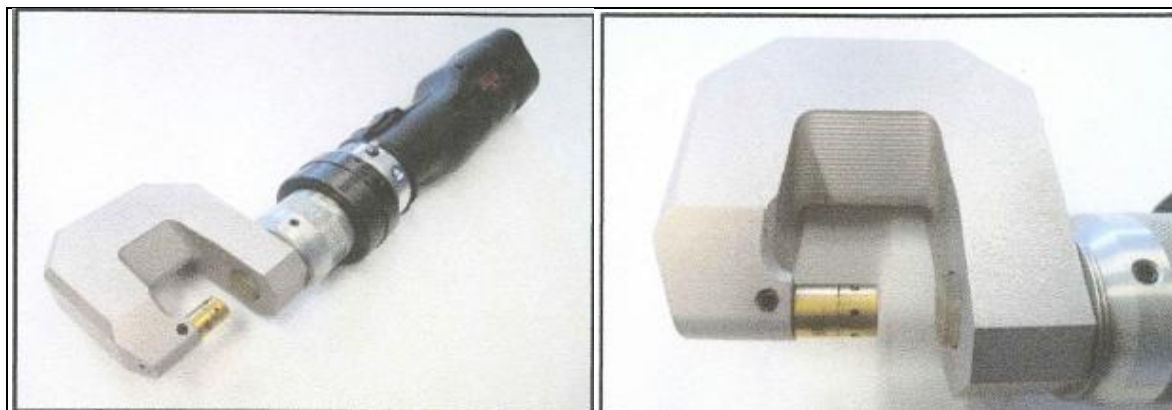
av landet. Sammanfattningsvis kan skruven rekommenderas som komplement till tidigare testad skruv S-DD10C M där bättre borrhållförmåga behövs eller där det är svårt att komma åt.

4.1.2 Stuknitning

Den stuknitningsutrustning som finns att tillgå för arbete på byggarbetsplats idag nitar ungefär lika fort som det går att skruva i en skruv. Skillnaden är alltså inte tiden utan den ergonomiska vinst som fås när verktyget gör hela sammanfogningsjobbet.

Det enda snickaren behöver göra är att hålla i verktyget medans det arbetar. Därför är det viktigt att leverantörerna får fram ett så lätt verktyg som möjligt men som ändå är batteridrivet för att kunna användas ute på olika byggarbetsplatser. Idag finns väldigt lätta stuknitningsverktyg för fabriksmontage där verktyget drivs med tryckluft. I den här studien har vi endast studerat batteridrivna stuknitningsutrustningar för att försöka få fram en alternativ och flexibel lösning till skruvandet ute på byggarbetsplatserna.

Eftersom det är viktigt att infästningsmetoder är en godkänd del i ytterväggssystemet som används så har vi här samarbetat med ett par av leverantörerna av stålreglar som deltar i detta projekt. De som deltagit i denna studie av stuknitningsutrustning är Skanska Teknik samt Skanskas snickare/skyddsombud samt tekniska utvecklare på Europrofil och säljare på Lindab. De två leverantörerna har båda tagit fram varsin stuknitningsutrustning som testats helt eller delvis inom ramarna för detta projekt.



Figur 10. Europrofils stuknitningstång av modell "Tog-L-Loc".

4.1.2.1 Europrofils stuknitningsutrustning

Europrofils stuknitningsutrustning är av modell "Tog-L-Loc" (se Figur 10). Den har som prototyp testats av Skanska Teknik i Skanskas husbyggarfabrik i Göteborg där en testvägg byggdes med skenor och regler i tjocklek 0,7-2,0 mm. Stuknitningsutrustningen fungerade väl för skenor och regler upp till 2x1,2 mm. Den producerade en nit på ungefär samma tid som en skruv dras på plats i vanliga fall. Vikten av verktyget är cirka 3,6 kg och kännbar vid arbete ovan axlarna men allt som krävs är att snickaren håller verktyget stilla och trycker på knappen

så sker resten automatiskt. Vid arbete med olika tjocka plåtar är det viktigt att tänka på att sidan med dynan måste vara på den tunna plåtens sida för att det ska fungera. Prototypen fungerade i sitt nuvarande utförande inte för förstärkningsreglar som var av tjocklek 1,5 mm samt 2,0 mm. I vårt test fungerade verktyget alltså endast för stålreglar upp till 1,2 mm tjocklek. Verktyget behöver utvecklas ytterligare för att fungera fullt ut.

4.1.2.2 Lindabs stuknitningsutrustning

Lindabs stuknitningsutrustning är tillverkad av ClinchPartner och av modell ”ClinchMaster MX4 med en vikt på cirka 3,6 kg. Den är godkänd i Basta-registret som stuktång och av säkerhetsskäl öppnas käftarna på verktyget manuellt. Med hjälp av sina fyra olika käftar klarar den ståltjocklekar från 2x0,5mm till 2x2,0 mm (Nedervi 2011 och Clinchpartner 2012). Styrkan på en stuknitning med denna tång är jämförbar med den som fås av en skruv liknande de i kapitel 3.1.1. Nitarna har testats för stark vind, brand och jordbävning och är godkända att användas även i jordbävningsområden i klass 3 och 4. Stuknitningsverktyget kan köpas av Lindab till en kostnad av ungefär 35 000 kr och är utformat enligt Figur 11. Informationen i detta stycke härstammar till största del från Lindab som levererar utrustningen.

I denna studie har verktyget testats av Skanska Teknik och Skanskas produktionspersonal vid två separata tillfällen i relativt begränsad omfattning varför vi inte kan lämna ett säkert omdöme. Vi kan dock konstatera att den nitning vi har fått möjlighet att genomföra har fungerat väl. Båda testerna har utförts på stål av tjockleken 2x1,0 mm vilket är den vanligaste kombinationen. För denna tjocklek på stål fungerade dock även Europrofils utrustning som sedan visade sig ha problem på tjockare stål. Ytterligare testning krävs alltså innan vi med säkerhet kan rekommendera produkten för alla ståltjocklekar (0,7-2,0 mm).



Figur 11. Lindabs Clinchmaster MX4 med tillbehör i form av olika käftar för stål 2x(0,5-2,0).

4.1.3 Pop- och blindnitning

Idag kan en stålregelvägg beställas så den kommer färdigkapad och uppmärkt så att det tydligt framgår vilken regel som skall sitta var. Om det då också hade funnits ett hål där i den redan kända punkt där sammanfogningen skall ske så hade sammanfogning kunnat ske med pop- eller blindnit. Fördelen med denna metod är att den är väldigt ergonomiskt skonsam och infästningen sker snabbt. Det finns flera olika typer av nittänger och nitpistoler på marknaden. Vi har testat några olika varianter i samarbete med Skanskas snickare/skyddsombud, Ejot & Avdel och Europrofil, se avsnitt 3.1.3.1 till 3.1.3.3 nedan. Testet har utförts i Skanskas Husbyggarfabrik i Göteborg där en hel väggstomme hade förborrats för att simulera en vägg som levererats färdig med förstansade hål i infästningspunkterna. För mer information gällande detaljprojekterade och kompletta väggleveranser med förstansade hål se avsnitt 4.5 i denna rapport. Med förstansade hål i väggen vid leverans skulle det även fungera och säkerligen gå relativt snabbt att montera stommen med en gängpressande skruv, vilket kan vara ett alternativ då nitutrustning inte finns att tillgå. Vår bedömning är dock att nitning är mer ergonomiskt riktig då både vibrationer och den vridning som uppstår varje gång en skruv bottnar undviks med denna metod.

4.1.3.1 Nittång

Vi började med att testa nittången, den mest primitiva av nitmetoderna, medan vi inväntade de andra verktygen från maskinuthyrare och leverantör. Den klassiska popnittången (se Figur 12) gör sitt jobb men är som väntat allt för långsam och ansträngande att använda. Såväl händer som handleder värker efter att bara tio nitar har monterats. Testet avbryts då detta verktyg inte ses som ett alternativ för nitning.



Figur 12. Den klassiska popnittången är alltför långsam och tung att arbeta med.

4.1.3.2 Batteridrivna blindnitpistol

Vi testade två olika typer av batteridrivna blindnitpistoler. Båda varianterna var av enpetsmodell vilket innebär att varje nit måste appliceras i pistolen manuellt. De två pistolerna vi testade var Ejot & Avdels pistol RIVDOM och Emhart MCS 5800 levererad av Skanska Maskin (se Figur 13). Anledningen att vi inte testade flera olika pistoler var att vi enbart var generellt intresserade av att se om detta kunde vara en bra metod för sammanfogning. Det tyckte vi oss kunna avgöra redan efter att ha testat två olika modeller. Nedan följer en redogörelse för testresultatet med respektive pistol.

Emhart MCS 5800

MCS 5800 är en batteridrivna blindnitspistol (se Figur 13) med batteri på 14,4 V och kan ta nitar på upp till 5 mm. Pistolen klarar av mellan 400 och 1900 nitar per laddning beroende på nittjocklek. Batteriet laddar fullt på en timme vilket möjliggör kontinuerligt arbete. Den splintkopp som sitter monterad bak på pistolen är en viktig del då bygget annars blir fullt av splintrester på kort tid.

Vid vårt test av nitpistolen fann vi att arbetet går betydligt snabbare än med manuell nittång men att nitningen ändå känns något trög och lite långsam samt att det är svårt att komma åt i vissa utrymmen i väggstommen. Särskilt trångt blir det vid brutna centrumavstånd och runt fönster och andra öppningar. Den manuella matningen upplevs som tidsödande.

Ejot&Avdels Rivdom

Rivdom är en batteridrivna blindnitspistol med batteri på 14,4 V och kan ta nitar på upp till 5 mm. Huvudet på pistolen är vinklat (se Figur 13) för att enklare komma åt i trånga utrymmen. Även denna pistol är utrustad med splintkopp.

När vi testar pistolen upplever vi Rivdom något bekvämare att hålla i och skönare att hantera än MCS 5800. Dess vinklade huvud bidrar till att vi nu kommer åt bättre och får en bättre arbetsposition i trånga lägen. En bättre ergonomi helt enkelt. Denna pistol upplevs heller inte lika trög och långsam som den förra utan arbetar på bra och vi får nu ett effektivt och skonamt montage av regelstommen. Den manuella matningen av verktyget är dock fortfarande lika tidsödande och kan jämföras med tiden det tar att ta upp ny skruv vid manuellt skruvande.

Sammanfattningsvis kan det sägas att rätt nitpistol bidrar till ett relativt snabbt och effektivt montage utan vibrationer eller stora kraftansträngningar. Den största förbättringspotentialen ser vi i en automatiskt matad nitpistol så att det tidsödande momentet med matning av pistolen försvinner.



Figur 13. Batteridrivna blindnitspistol från Emhart till vänster och Ejot&Avdel till höger.

4.1.3.3 Magasinnitssystem

Slutligen testade vi en automatisk nitpistol där ingen manuell matning behövs. Testet utfördes av Skanska Teknik i samarbete med Ejot&Avdel och Europrofil. Verktöget levererades av Ejot&Avdel och stålreglarna av Europrofil. Verktöget vi testade drivs med tryckluft och arbetar med nitar utan splintdel. Verktöget är betydligt längre än de andra nitpistolerna vi provat (se Figur 14) vilket gör att det inte kommer åt överallt. Merparten av nitarna kommer vi dock åt att sätta utan problem vilket gör att såväl ergonomi som effektivitet ökar när hastigheten på arbetet ökar samtidigt som användaren slipper sträcka sig efter nya nitar mellan nitmontagen. Genom en enkel manöver där pappret dras bort från de förpacketerade nitarna som stoppas in i nitpistolens skaft laddas 30 nitar och verktöget är redo att användas, se Figur 14.

Nackdelen är att den enhet som hanterar kraftöverföringen från lufttryck till oljetryck kan uppfattas lite klumpig. Detta löses sannolikt bäst genom att hänga upp enheten i en glidskena ovan arbetsbordet då arbete utförs i husfabrik. För arbete i fält får enheten helt enkelt flyttas med alternativt kan ett annat utförande väljas på nitpistolens. Ejot & Avdel kan vara behjälpliga med andra lösningar gällande själva kraftomvandlingen från luft- till oljetryck.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att verktöget arbetar snabbt och effektivt och är det mest ergonomiska infästningsalternativ vi studerat för stål mot stål. Metoden kräver dock speciella förutsättningar eftersom hålen redan måste vara stansade på rätt plats för att få ett effektivt arbetssätt. Vi ser stor potential i metoden tillsammans med en mer noggrann uppritning av väggarna i framtiden där stålreglarna levereras förstansade.



Figur 14. Magasinnitssystem från Ejot&Avdel effektiviserar nitningsprocessen.

4.1.4 Spikning

På grund av sin effektivitet och hastighet ser vi stor potential i att kunna spika stål mot stål på ett betydligt mer ergonomiskt sätt än vad skruvning medger. Osäkerhet finns dock kring för-

bandets kvalitet när det gäller drag och tvärkrafter som spiken utsätts för. För att lösa dessa frågeställningar har vi tillsammans med leverantören Ergofast utfört ett preliminärt dragprov i Skanskas Husfabrik i Göteborg för att se om metoden är intressant att arbeta vidare med (se *Figur 15*).



Figur 15. Tillsammans med Tekniker från Ergofast provdras ett förband av stål/stål men en spik. Testet visar bl.a. att vid ståltjocklek på 1,0mm så böjer sig skenan innan spiken släpper.

Vi testade vilken dragkraft en spik (FAP38V5S) kunde hålla för med stål i tjocklek 1,0 mm som är den vanligast förekommande kombinationen. Spikpistolen som användes var Ergofast MAX HN65. Resultatet blev att skenan böjde sig innan spiken över huvud taget släppte. I *Figur 15* visas till höger hur det ser ut efter att skenan dragits med motsvarande 90 kg innan spiken släppte ca 1mm från sin ursprungliga position. Efter att detta test genomfördes har vi även mottagit uppgifter från Ergofast från ett tidigare utfört test på stål av 1x2,3 mm. Där redovisades att spiken klarade i genomsnitt motsvarande 86 kg drag och 153 kg i tvärkraftsbelastning. De genomförda testerna indikerar att spikning borde fungera som sammanfogningsmetod för stål till stål gällande utfackningsväggar.

Vi har dock inte fått något godkännande från stålregelleverantörerna att använda spikning som sammanfogningsmetod för stål till stål vilket krävs för att de ska ta ett systemansvar för sina produkter. I nuläget har vi inte kommit längre med detta arbete men diskussion pågår med leverantörer gällande möjlighet att implementera spikning som sammanfogningsmetod för stål mot stål. En nackdel med spikning i sitt nuvarande utförande är att spiken är för lång och sticker in i konstruktionen så att den riskerar att störa och skada den som utför isoleringsarbete i stommen. En kortare spik skulle vara eftersträfvansvärt vilket eventuellt skulle kräva en modifiering av den spikpistol (MAX HN65) som nu testats. Detta har framförts till Leverantören.

Sammanfattningsvis kan spikning med viss modifiering av verktyg och spiklängd samt ytterligare testning och godkännande i stålregelsystem användas även för spikning av stål till stål och på så vis effektivisera montageprocessen. Visst arbete kvarstår dock i dagsläget

4.1.5 Punktsvetsning

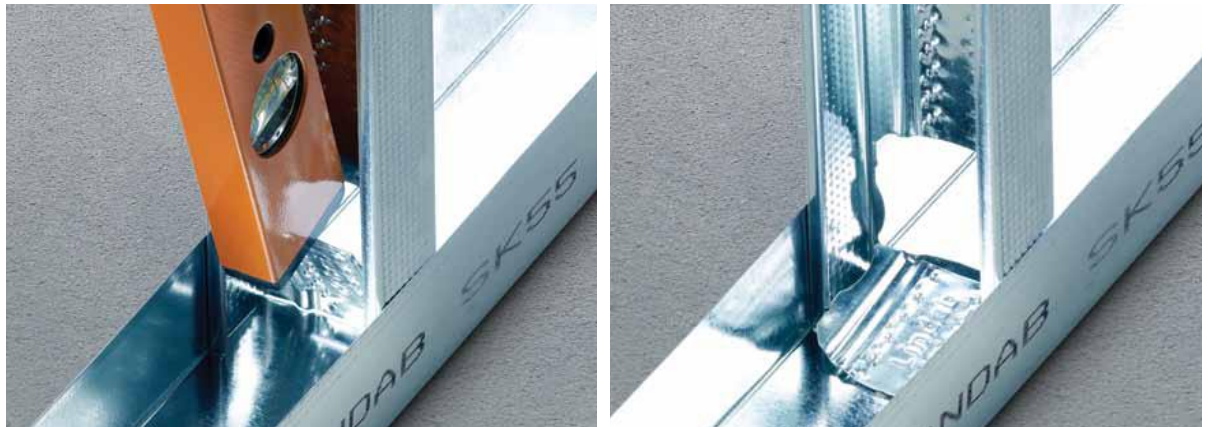
Eftersom punktsvetsning verkar lovande i det avseende att det kan effektivisera produktionen i en husfabrik samtidigt som det kan förbättra ergonomin i arbetet så har vår strävan i detta projekt varit att besöka den fabrik vi känner till använder denna metod. Syftet med besöket var att utreda de osäkerheter och faktorer som i dagsläget är okända för oss. Det är frågeställningar som, hur mycket snabbare går det jämfört med skruvning, hur upplevs arbetet av dem som genomför det, hur hanteras eventuell gasbildning vid svetsning i varmgalvade produkter, blir det någon gasbildning? Tyvärr har vi inte lyckats besöka fabriken inom ramen för denna studie då det enligt uppgift ej pågått någon verksamhet där vid tiden för studien. Detta är olyckligt då vi ser potential i metoden som bland annat används flitigt i Australien (Öhult 1997). I dagsläget kan vi därmed inte uttala oss om huruvida metoden är bra eller dålig för den svenska marknaden ur ett arbetsmiljöhänseende.

4.1.6 Invändiga regler

När det gäller invändiga stålregelsystem så finns det ett par alternativ på marknaden där regelstommen kan resas utan att varken tång eller skruv behövs för att fixera regels position i skenan. Tyvärr har vi inte haft möjlighet att studera dessa system i praktiken utan endast undersökt deras potential att underlätta stomresningen av invändiga mellanväggar. De två system som vi studerat är Lindab RdBx och Gyproc Flexi. De beskrivs lite kort med för och nackdelar nedan i avsnitt 4.1.6.1 till 4.1.6.2

4.1.6.1 Lindab RdBx

Lindabs regel RdBx är en ljudregel som är utvecklad för ett snabbare och mer ergonomiskt montage. Systemet är patenterat och bygger på att flikar i topp och botten klämmer fast regeln i skenan som kan levereras färdigmärkt med fasta centrummått. Detta möjliggör efter att skenorna är monterade ett stående montage där snickaren varken behöver sitta på knä eller stå på en bock eftersom flikarna lätt låses med ett vattenpass eller liknande, se Figur 16. Det innebär alltså att stommen monteras utan skruv eller fixertång och att reglarna ändå håller sin position. Reglarna kan dock justeras med en lätt knackning för att anpassas till gipsskivorna. För högre eller lutande väggpartier kan reglarna boxas ihop och skjutas till önskad längd för att sedan låsas med flikarna. Det innebär att all kapning av regler undviks vilket är positivt. Det negativa är dock att det blir två gånger plåttjockleken att skruva igenom på mittpartiet om skruvning väljs för skivmontaget. Dessutom blir materialkostnaden högre när det går åt mer material. Eventuellt kan denna kostnad sparas in i tid. Helt klart är att ergonomin bör bli bättre. Beroende på vilket arbetssätt som annars används så blir tidsbesparingen olika påtaglig. Vi ser potential i arbetsmetoden och har försökt få till ett test i full produktion. Dock saknades lämpliga testobjekt för tillfället och framtida studier får visa metodens fulla potential.



Figur 16. Lindabs innerväggssystem RdBx med sin patenterade fliklösning (Bilder: www.lindab.se)

4.1.6.2 Gyproc Flexi

Gyproc flexi är relativt likt Lindab RdBx i sin utformning och kan liksom Lindabs regler justeras i höjddled så att kapning undviks. Reglarna fungerar för väggar i höjderna 1800 till 2730 millimeter. I Gyprocs system är både skenor och regler något speciella i sitt utförande då även skenorna har en liten fläns där regeln med sina urtag klickar fast när den vrids på plats, se Figur 17. Fördelen är som sagt att kapning kan undvikas och precis som i Lindabs system så behövs varken skruv eller fixertång för att montera stommen. Även Gyproc Flexi möjliggör för efterjustering och anpassning till gipsskivemontaget. En nackdel med systemet är att det är kostnadsdrivande sett till materialkostnad. En annan sak som är negativ är att det tillkommer ett moment då träreglar ska användas runt dörrhål med mera eftersom flänsarna på skenan måste klippas bort. Vi ser potential även i denna metod men har inte haft tillfälle att testa den i full produktion och kan således bara rekommendera att framtida studier får visa systemets fulla potential.



Figur 17. Gyproc Flexi innerväggssystem (bilder: www.gyproc.se)

4.2 Skiva/Stål

För att hitta bästa möjliga lösning för sammanfogning av skiva till stål har vi tittat på skruvning, spikning samt utvändig och invändig limning. När det gäller utvändiga infästningar så finns inte bara ergonomiska krav, den infästning som skall användas i produktionen måste vara behandlad för rätt korrosivitetsklass. Skalan går för utemiljö från C2 till C5-M men kravet för att klara de vanligaste utomhusförhållandena i landet brukar vara C3 eller C4. För att klara utemiljö i kustområden krävs klass C4 och eftersom studien huvudsakligen utförs i Göteborgsområdet har vi valt att kräva klass C4 på våra infästningar för fullgott betyg i omdömet.

Med tanke på att montage både sker i fabrik, fältfabrik och på plats så är det naturligt att det är olika metoder som anses bäst lämpade för respektive fall. Här följer en presentation av de metoder som vi studerat och utvärderat.

4.2.1 Skruvning

Även om vi i största möjliga mån vill undvika skruvning så kräver vissa situationer ändå att det utförs. För dessa situationer är det av största vikt att rätt skruv används för att ge minimal påfrestning på den som utför arbetet samt minimera risken för skador. Därför har vi inom ramen för denna studie undersökt och testat vilka skruvar som upplevs bäst att arbeta med. Testerna har utförts av Skanska Teknik i samarbete med skyddsombud från produktionen samt tekniskt- och säljansvariga på Ergofast, Europrofil och Hilti. Den slutliga bedömningen har dock gjorts av Skanska Teknik. Separata tester har utförts för olika skivor. Skruv för följande funktioner har testats (redovisas i kapitel 4.2.1.1 till 4.2.1.3):

1. Fästa utvändig vindskyddsskiva av gips till regel i yttervägg (t=1,0–2,0 mm)
2. Fästa utvändig vindskyddsskiva av minerit till regel i yttervägg (t=1,0–2,0 mm)
3. Fästa invändig gipsskiva till regel i innervägg (t=0,5 mm)

4.2.1.1 Vindskydd av gips till stålregel

I denna studie har vi genomfört skruvtestet med Knauf Danogips Weather board. Det är en 9,5 mm tjock impregnerad gipsskiva med ytskikt av glasfiber för utvändigt bruk. Skivan är helt oorganisk och därför ett bra alternativ för utvändigt montage. Viktiga egenskaper för den skruv vi sökt är god borrhållförmåga genom skiva och regel med en tjocklek på 1,0–2,0 mm. Dessutom bör den ha så platt huvud som möjligt för att inte störa efterföljande montage av ventilerad fasadläkt. För skruvning av skiva till regler har vi testat följande skruv:

- Ergofast artikelnr: PS3528MEG (3,5x28 FZB skjutskruv för stålregel och bits Ph2)
- Ergofast artikelnr: PLCU4532 (4,5x32 C3 automatskruv med borrhållförmåga och bits Ph2)
- Grabber artikelnr: 220501 (GUB25K 4,2x25 för stål max 2,3 mm och bits Ph 2)
- Hilti artikelnr: 400748 (S-DD06C 4,2x25 för stål max 2,3 mm och bits Ph 2)
- V/S/B artikelnr: 3250 (CH2843 4,2x25 för stål max 2,0 mm och bits Ph 2)

Ovanstående skruvar har delvis valts ut i samarbete med deltagande aktörer i detta projekt och montageskruvarna är väldigt lika i sitt utförande med relativt platt skalle och borrarpet för tjockare stålreglar. I våra tester har vi skruvat genom regler med en tjocklek på 1,0–2,0 mm. De egenskaper vi bedömt är borrarförmåga, vilken kraft som behövs, passform till bits samt övriga iakttagelser. Ingen mätning har utförts av den kraft som krävdes för genomborring av regeln, istället har bedömningen gjorts av deltagande personal rent subjektivt. Nedan redovisar vi hur de olika skruvarna upplevdes samt hur vi föreslår att de monteras.

Ergofast nr: PS3528MEG

Då denna skruv skjuts in i regeln med tryckluft för att sedan automatiskt dras åt sista varven så var vår förhoppning att metoden skulle bidra till en mycket bättre ergonomi då den kräver minimal kraftansträngning. Skruven är av typen penetrerande och skall därmed pressa undan materialet för att ta sig igenom stålregeln. Denna skruv klarar inte de krav vi har på korrosivitetssklass för skruv utvändigt (C4) men metoden bedömdes ändå intressant att testa.

Testet av skjutskrivning som metod genomfördes av Skanska Teknik tillsammans med Ergofast och skyddsombud/produktionspersonal. I vår studie provade vi att skjuta i skruven med Ergofasts 20 bars högtryckssystem och deras skruvautomat HVR41-ST. Testet som utfördes på en 9 mm vindskyddsskiva och en 1 mm tjock stålregel visar tyvärr att skruven inte klarar att penetrera ytterväggsreglarna i något av 10 försök. Metoden faller således bort och skruvmetoden får istället ses som en bra montagevariant för innerväggar där stålet är tunnare.

Ergofast nr: PLCU4532

Skruven PLCU4532 är bandad för automatskrivning och behandlad för att klara korrosivitetssklass C3 vilket kan uppfylla kraven i vissa delar av landet. Skruven testas i detta fall mer principiellt för att se om det är intressant att ta fram en skruv i klass C4. Enligt specifikationer från tillverkaren ska skruven klara en förstärkningsregel på maximalt 2 mm, vi börjar med att testa den på 1 mm tjocka regler.

Skruven är den första rakbandade skruv vi testar i denna studie av skivmontage mot stål. Testet utförs med en batteridriven gipsautomat. Deltagande personal vid provningen är densamma som vid tidigare skruvtest med Ergofast. Efter att 10 stycken skruvar testats har ingen borrar sig in i regeln och dragit åt skruven på ett tillfredställande sätt. Tillsammans med skyddsombud och snickare kommer vi därför fram till att det bör finnas bättre metoder och testandet av bandad automatskruv avslutas.

Grabber nr: 220501

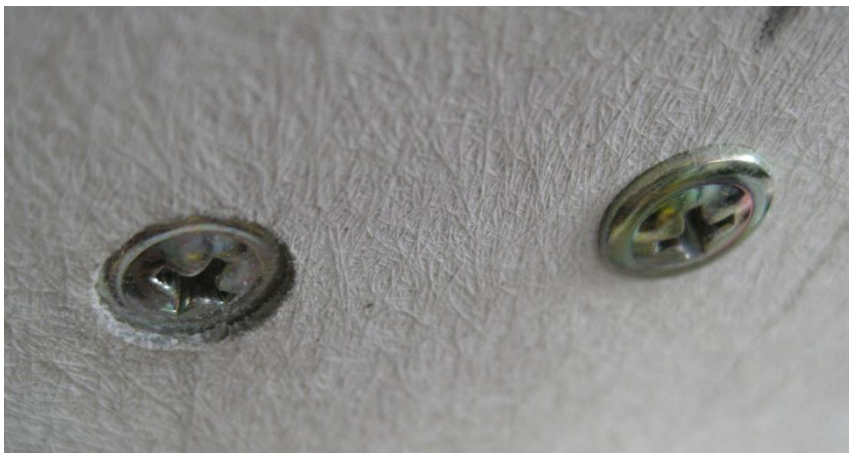
Grabbers montageskruv 220501 är behandlad för att uppfylla korrosivitetssklass C4. Den borrar sig genom ytterväggsreglar och är 4,2x25 mm. Tillverkaren rekommenderar att skruven används för montage av utvändiga gipsskivor.

Skruven fungerade bra för samtliga regeltjocklekar. Både borrarförmåga och passform till bits bedömdes likvärdig med de andra montageskruvarna från Hilti och V/S/B. De problem som tidigare nämnts där två skruvar behövts för att komma igenom regeln upplevs inte här.

Hilti nr: 400748

Hiltis skruv 400748 är behandlad för att uppfylla korrosivitetsklass C4. Den borrar genom maximalt 2,3 mm stålregel och är 4,2x25 mm. Skruven rekommenderas för montage av utvändiga gipsskivor mot förstärkningsregel. Hilti föreslår ett högre varvtal på skruvdragare för bästa resultat. Användande av djupanslag därtill optimerar montaget och skyddar skivorna från skador. Det innebär alltså att en ”vanlig” skruvdragare på maximalt cirka 1300-1700 varv/minut inte duger. Istället bör en högvarvig skruvdragare användas. För att få till djupanslag och högre varv på en gång testade vi att montera med Hiltis batteridrivna gipsskruvdragare SD 5000-A22 med djupanslaget för ”enpetsmontage” monterat. Det gav tre fördelar i ett eftersom vi får högre varv och därmed snabbare borrar, djupstoppet ger skadefria skivor och slutligen passformen mellan djupanslag och montageskruvens huvud vilket ger bättre styrning på skruven vid montaget. Idén framfördes av tekniskt ansvariga på Hilti och fungerade bra enligt vår bedömning, se skillnaden i *Figur 18*.

Skruven borrar bra och passformen mellan skruv och bits bedömdes jämn och bra. Sammantaget var skruven relativt likvärdig med de andra montageskruvarna från Grabber och V/S/B. De problem som tidigare nämnts där två skruvar behövts för att komma igenom regeln upplevs, liksom med Grabbers och V/S/Bs skruv, inte alls här.



Figur 18. Med djupstopp monterat skonar skivan samtidigt som skruven får extra styrning.

V/S/B nr: 3250

Denna skruv från V/S/B är behandlad för att uppfylla korrosivitetsklass C4. Den borrar genom maximalt 2 mm stålregel och är 4,2x25 mm. Tillverkaren rekommenderar att skruven används för montage av utvändiga gipsskivor samt att de skruvas in med ett varvtal på 2500 till 4000 varv/minut för bästa resultat. De föreslår vidare att djupanslag skall användas för bästa resultat. För att få till djupanslag och högre varv på en gång testade vi att montera med Hiltis batteridrivna gipsskruvdragare SD 5000-A22 med djupanslaget för ”enpetsmontage”

monterat. Idén kopierades från ovanstående test av Hiltis skruv nummer 400748 där det framfördes av tekniskt ansvariga på Hilti.

Skruben uppfyller ändamålet då både borrhåll och passform till bits bedömdes som bra och med en relativt jämn kvalitet för de regeltjocklekar vi testade. Sammantaget är V/S/Bs skruv 3250 relativt likvärdig med de andra montageskruvarna från Hilti och Grabber.



Figur 19. Skruvning med bandad borrhållsskruv misslyckades för minerit.

4.2.1.2 Vindskydd av minerit till stålregel

För montering av minerit på stålregelstomme testades samma skruvar som för vindskyddsskiva av gips. De testades vid samma tillfälle och med samma personal. Det blev också ett väldigt likartat resultat. Anledningen att vi valde att också testa mineritskivor var de indikationer vi tidigare fått om att de alltid måste förborras för att kunna skruvas på plats.

Vi provade skruvmontaget i en 9 mm Cemberit Classic Frontex Fasadskiva. Denna tjocklek valdes trots att vindskyddsskivor av minerit vanligtvis är tunnare eftersom vi ville testa behovet av förborring. Det som skiljer skruvning i minerit från skruvning i gips är framförallt att de två skruvmetoderna från Ergofast fungerade ännu sämre på grund av det extra motstånd skivan ger. I övrigt bidrar mineritskivan tack vare sin densitet till en något bättre styrning av montageskruvarna när dessa ska borra sig in i stålregeln. Förborring behövdes inte i vårt fall trots att vi valde en tjock mineritskiva på 9 mm. Testet kan lite kort sammanfattas så här:

Ergofast nr: PS3528MEG

Testet gick liksom med gipsskivan dåligt och skruven fläkte upp mineriten utan att lyckas penetrera regeln ($t=1,0$). Metoden fungerar inte alls för detta ändamål.

Ergofast nr: PLCU4532

Skruvning med automatskruv fungerar ännu sämre än med gipsskiva då mineriten bjuder ett högre motstånd än gipsen på grund av sin densitet. Skruven lyckas inte borra genom regeln och dra åt skruven, se den trasiga skivan efter flera försök i *Figur 19*.

Grabber nr: 220501

Även med minerit borrar skruven bra genom skiva och regel (se test med gips). Med 9 mm minerit får dock skruven något bättre styrning av skivan då borrning genom stålregeln sker. Förborrning behövs ej. Det fina resultatet ses till vänster i Figur 19.

Hilti nr: 400748

Även med minerit borrar skruven bra genom skiva och regel (se test med gips). Med 9 mm minerit får dock skruven något bättre styrning av skivan då borrning genom stålregeln sker. Förborrning behövs ej.

V/S/B nr: 3250

Även med minerit borrar skruven bra genom skiva och regel (se test med gips). Med 9 mm minerit får dock skruven något bättre styrning av skivan då borrning genom stålregeln sker. Förborrning behövs ej.

4.2.1.3 Invändig gips till stålregel

När det gäller invändig gips som ska monteras till tunnare stålreglar så har vi inte fått så många indikationer på problem. Den stora mängden gips som skruvas idag gör trots allt att yrkesarbetarna i längden utsätts för mycket vibrationer av gipsskruvdragarna som används. För att undvika detta har vi tittat på en alternativ monteringsmetod till den traditionella gipsautomaten, nämligen skjutskruvning. Metoden som sådan beskrivs i avsnitt 3.7 och fungerar bra för invändig gipsning där stålreglarna är lite tunnare. Fördelen som vi upplever med metoden är att den kräver så lite kraftansträngning när skruven ska dras i och dessutom går det fort vilket bidrar till ökad effektivitet. Verkyget som används är en Max Turbodriver HVR41-ST som väger 2,1 kg och fungerar för både trä- och stålreglar. Nackdelen är att vi måste släpa med oss en kompressor och slang till arbetsplatsen. Kompressorn väger dock endast 21 kg och är utrustad med ett läge för tyst gång vid uppladdning vilket innebär att den låter mindre än en batteridrivna gipsskruvdragare i arbete. Vi upplever att systemet har stor potential att minska risken för förslitningsskador på armar och axlar i samband med skruvning av stora mängder gips. För den som inte vill limma rekommenderas denna metod att fästa skivor.

4.2.2 Utvändig limning

Utvändig limning har potential att förbättra såväl ergonomi som lufttäthet vid utvändigt montage av gips- och mineritskivor. Metoden går ut på att skivorna limmas till stommen istället för att skruvas eller spikas. Metoden marknadsförs av Europrofil som även deltagit med teknisk expertis vid våra tester av metoden. Övriga deltagare vid limtester har varit Skanska Teknik och skyddsombud/yrkesarbetare från produktionen. Limning av skivor till stålregelstomme för yttervägg har testats vid två olika tillfällen där olika metoder använts för att fixera skivorna under limmets härdningstid. Vid testerna byggdes två provväggar på 3x2,4 meter samt 4x2,5meter. I båda väggarna gjordes urtag för två fönsteröppningar. Innan testerna

fanns följande frågetecken som vi hade fått med oss från startmöte, platsbesök och tidigare erfarenheter;

- Limmet kladdar överallt, hur hanteras det rent praktiskt?
- Tidigare har problem funnits med fixturerna för skivorna, kvarstår de?
- Är det inte krångligt att trä i skivorna i fixturerna?
- Fungerar det verkligen att skarva i fält mellan regler med bara en fixtur?
- Fäster limmet verkligen ända ner till temperaturer på 5°C.
- Är det inte lätt att en skiva lossnar om den ”bara” är limmad?
- Är det inte lätt att limmet ”knäcks loss” precis när det börjat härda om man bygger väggar liggande i fabrik och sedan lyfter dem efter cirka 30 till 60 minuter?

Provvägg nr 1

Vid första provmontagetillfället limmades gipsskivorna på en stående vägg för att efterlikna montage vid platsbyggd konstruktion. Skivorna monterades enligt montageanvisningen med kantfixturer i ändarna samt skarvfixturer både på regler och i fält. Skivor i bredd 900 mm monterades på en regelstomme med centrumavstånd 600 mm. I praktiken innebär det att var fjärde regel sparas in vilket alltså utgör 25 procent av stålreglarna. Limning utfördes vid en temperatur på 2°C samt stöd av en värmefläkt under härdningstiden. Inte vid något tillfälle steg temperaturen i väggens omgivning till över 5°C. För att fixera skivorna under härdningstiden, och förhindra att de glider ner, monterades cirka 6 stycken montageskruv per skiva. Väggen fick sedan stå och härda i 20 timmar innan slutlig bedömning av styrka och resultat gjordes.

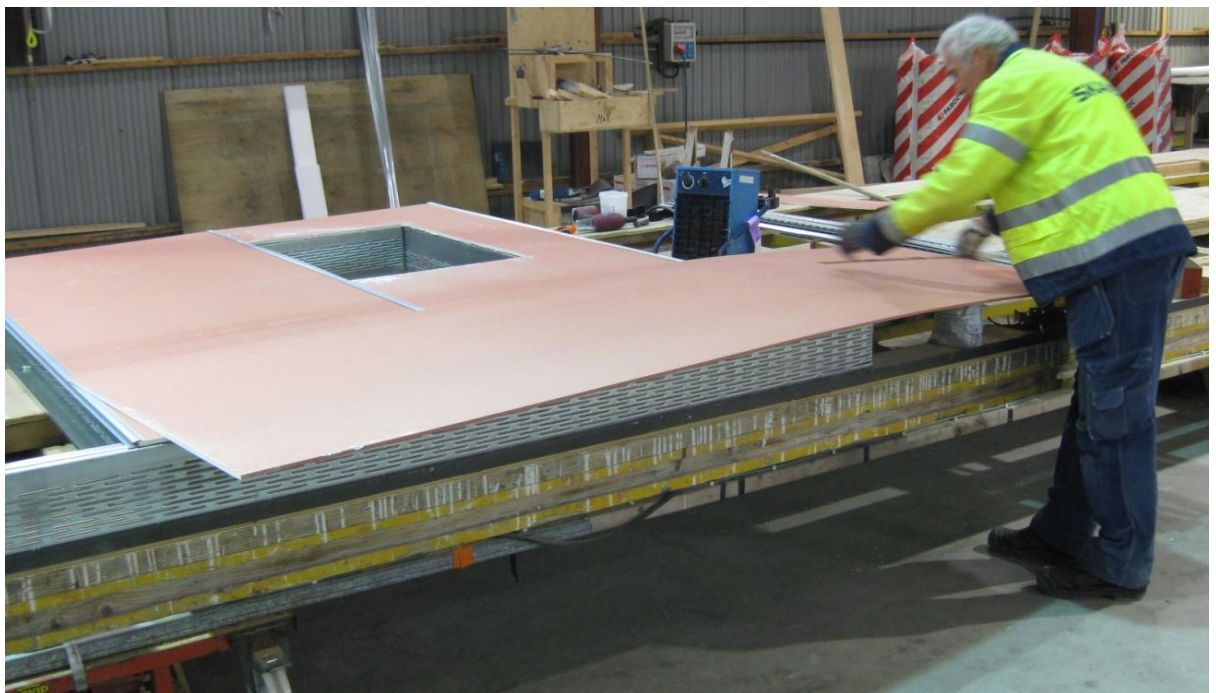


Figur 20. Provvägg nr 1 för stuknitning och utvändigt limning byggdes stående vid 2°C.

Utfallet av det första testet blev lyckat då alla utom vår sista frågeställning blev besvarade. När det gäller själva arbetsprocessen så anser vi inte att limmet kladdar överallt, istället upplever vi att det redan efter en halvtimmes arbete flyter på bra och eventuella limrester som kommer som efterdropp släpps i skenan i nästa fack. Det gäller dock att tänka på var det ska limmas och var skivan ska hållas, men efter lite inkörning flyter det på väl och de nya fixturerna fungerar utan problem. Metoden innebär rent ergonomiskt att mycket skruvning undviks och således sparas mycket kraft. Limningen upplevs både snabb och skonsam mot kroppen. Efter härdning i en miljö med temperatur strax under 5°C så var väggen stark och ingen tendens finns att skivorna skall lossna trots att vi satt press på skivorna bakifrån. Även test av skarv i fält utförs och skarven pressas bakifrån för att se om den ger vika. Ingen tendens finns heller här till brott eller sprickbildning. Väggen i sin helhet visas i Figur 20.

Provvägg nr 2

Vid andra provmontagetillfället limmades gipsskivorna på en liggande vägg i husfabrik för att efterlikna montage vid prefabricerad konstruktion. Skivorna monterades enligt montageanvisningen med kantfixturer i ändarna samt skarvfixturer både på regler och i fält. Skivor i bredd 900 mm monterades på en regelstomme med centrumavstånd 600 mm. I praktiken innebär det att var fjärde regel sparas in vilket alltså utgör 25 procent av stålreglarna. Limning utfördes vid en temperatur på 1°C samt stöd av en värmefläkt under härdningstiden, se Figur 21. Inte vid något tillfälle steg temperaturen i väggens omgivning till över 5°C.



Figur 21. Provvägg nr 2 för blindnitning och utvändigt limning byggdes i bänk vid 1°C.

För att fixera skivorna under härdningstiden samt förhindra att de knäcks loss vid lyft av väggen så monterades den ventilerade fasadläkten innan lyft genomfördes efter cirka 30 minuter. Väggen fick sedan stå och härda i 20 timmar innan slutlig bedömning av styrka och resultat gjordes.

Utfallet av det andra testet blev även det lyckat då vår sista frågeställning delvis blev besvarad. Efter härdning i en miljö med temperatur strax under 5°C så var väggen stark och ingen tendens finns att skivorna skall lossna trots att vi satt press på skivorna bakifrån. Även test av skarv i fält utförs och skarven pressas bakifrån för att se om den ger vika. Ingen tendens finns heller här till brott eller sprickbildning.

När det gäller själva arbetsprocessen så anser vi att det fungerar ännu lite lättare att skjuta i skivorna i fixturerna nu när väggen ligger ner. Det borde således vara en bra metod för prefab-tillverkning i husfabrik eller motsvarande. Det bygger ju dock på att skivorna inte ”knäcks loss” när väggen lyfts från montagebordet. Efter tidigare erfarenheter vet vi att sådana problem föreligger då väggar har lyfts under härdningsperioden och sedan inte fått fullt fäste igen. För att motverka detta fenomen monterade vi den ventilerade fasadläkten innan vägg-elementet lyftes från bordet. Det visade sig fungera bra då limmet fäst bra efter härdning. Limningen upplevs fortsatt både snabb och skonsam mot kroppen.



Figur 22. Den ventilerade fasadläkten monterades innan väggen lyftes från bänken.

Nackdelen med ovanstående metodval för provvägg nr 2 är att centrumavstånd och placering för den ventilerade fasadläkten antingen måste vara känd i förväg eller så får läkten flyttas när elementet slutligen är på plats eftersom detta moment oftast är något som behöver avpassas på

plats. Det bästa är självklart om det går att projektera så noga att läktens placering kan förutses. Att behöva flytta läkten kan framstå som ett onödigt moment men borde gå relativt smidigt då materialet redan finns på plats och är färdigkapat i rätt längder.

Sammanfattning

Slutligen kan det konstateras att de tidigare frågeställningarna nu besvarats och kan sammanfattas lite kort i samma ordning som de tidigare togs upp.

- Det lilla efterdropp som blir av limmet släpps i botten på nästa fack och i övrigt krävs bara viss kortare inkörning innan det fungerar utan kladdiga handskar.
- Nya fixturer har tagits fram som fungerar väl i sin passform till skivorna.
- Det är lättare att skjuta i skivorna i en liggande vägg än en stående men efter en halvtimmes övning fungerar det alldeles utmärkt även för platsbyggda väggar
- Att skarva med fixtur i fält fungerar utmärkt och sparar cirka 25 % av reglarna.
- Limmet fäster väl även i låga temperaturer men kan behöva härda någon timme extra då det är kallt. Skivorna bör fixeras på något sätt under härdeningen, antingen med några få skruv, magnetlinjaler eller montering av ventilerad fasadläkt.
- En limmad skiva sitter bättre än en skruvad och är dessutom mer vindtät (gäller både minerit- och gipsskivor).
- Om en vägg byggs liggande och lyfts när limmet börjat härda finns en klar risk att limmet ”knäcks loss” och inte fäster fullt igen när väggen ställs ner. Detta kan dock motverkas genom att den ventilerade fasadläkten eller motsvarande monteras innan väggen lyfts. Väggen blir då stabilare för lyft och skivorna sitter väl klämda mot stommen.

4.2.3 Invändig limning

Invändig limning bygger på att gipsskivor limmas till invändiga stålregelstommar istället för att skruvas. Eftersom en traditionell infästning av en gipsskiva i bredd 900 millimeter enligt regelverket kräver cirka 50 stycken skruv per skiva så finns en potential att bespara yrkesarbetarna mycket skruvning. Inom denna studie så har fokus främst legat på ytterväggar och inga egna tester har därför genomförts av invändig limning. Istället har studiebesök genomförts på en arbetsplats där limning har använts frekvent under en längre tid. På denna arbetsplats har yrkesarbetarna fått hjälp och vägledning av leverantören att komma in i arbetet.

Även för innerväggar finns fixturer som bidrar till att minska tandning mellan gipsskivor samt möjliggör en glesning av regelstommen från ett centrummått på 450 millimeter till 600 millimeter vilket utgör en besparing av stålreglar på 25 procent. Detta system används dock inte på den aktuella arbetsplatsen eftersom det anses bli för mycket olika material att hålla reda på samt att förvara i de relativt trånga lägenheterna. Ett annat problem som vi upptäckt vid montering i fixturer är de fall då eldosor hamnar nära kanten och förhindrar möjligheten att skjuta i skivan, ett exempel på en sådan situation visas i Figur 23. Detta kan dock lösas genom att

elektrikern monterar en VP-2 Apparatdosa från Schneider Electric som är justerbar i djupled och därmed inte behöver sticka ut under själva montage

På arbetsplatsen upplever samtliga yrkesarbetare som vi pratar med att det går snabbare och är mer skonsamt för kroppen att limma. På en direkt fråga är svaret att de skulle välja limning framför skruvning varje gång (om bara lim och spruta finns tillgängligt). De här snickarna har dock arbetat med metoden ett tag och det kan antas att viss inkörning krävs vid limning liksom vid implementering av andra nya metoder.



Figur 23. Eldosor som inte kan regleras i djupled kan vara problematiskt vid limning i profiler eftersom skivan då behöver skjutas på plats. Rätt eldosor underlättar således.

Inom produktionen väljer ingen som vi pratar med att använda de magnetlinjaler som leverantören rekommenderar för tillfällig fixering av skivorna medan limmet härdar. Detta trots att de när vi testade dem upplevdes som väldigt smidiga att arbeta med. Istället monteras några fästskruvar som håller skivan. Det finns dock andra företag i branschen som använder magnetlinjalerna frekvent och med gott omdöme vilket gör att vi ändå ser potential i detta enkla och snabba sätt att fixera skivorna. Problemet verkar mestadels vara logistik då de dels tar upp plats och dels upplevs omständiga att bära runt på enligt de vi pratar med. Leverantören arbetar vidare med produkten för att förenkla och lösa dessa problem och därmed helt eliminera skruvandet för det byggande där så är lämpligt. Ytterligare marknadsföring av produkten samt inkörning hos nya användare skulle kunna bidra till bättre ergonomi vid många montage.

Den stora nackdelen med limning invändigt är de fall då något behöver ändras, då kan skivorna inte skruvas ner och flyttas utan konstruktionen måste rivs och byggas upp på nytt. Det medför även att metoden är tveksam att använda i byggnation där större eller relativt frekventa förändringar är att vänta. Det kan till exempel vara kontors- eller butikslokaler och andra byggnader där det förväntas bli mycket hyresgäst Anpassningar. Självklart kan även vissa väggar där limmas om de inte förväntas flyttas men det gäller att tänka till lite före så inte efterföljande arbeten försvåras.

Sammanfattningsvis finns stor potential att minska skruvandet vid montering av invändiga gipsväggar genom att använda limning. För att få bra spridning i produktionen krävs dock att leverantörer och entreprenörer bidrar till att utbilda och tillåta en viss inkörningsperiod hos snickarna på samma sätt som ovan nämnda projekt. Det bör även betonas att limsystemet är just ett system med godkända ingående produkter och det är därför inte bara att byta ut till exempel limmet till ett annat lim. Limmet är testat för att vara bra att arbeta med ergonomiskt och hälsomässigt ofarligt och dessutom kan ett byte av lim förändra väggens brandegenskaper med mera till det sämre.

4.2.4 Spikning

Spikning av vindskyddsskivor till stålregelstomme kan utföras med lufttryckspistoler vilket beskrivs närmare i avsnitt 3.6. Den spikutrustning vi testat ingår i en serie med 20-barsverktyg och modellbeteckningen på spikpistolen är MAX HN65. Till denna pistol testade vi en av leverantören rekommenderad rostfri spik (FAP38V5S) för att klara korrosivitetsklass C4 eller bättre. Det är en plastbandad spik i dimensionen 2,5x38 mm som är vriden i sitt utförande för att inte kunna dras rakt ut. Vi har testat att skjuta både 9 mm mineritskivor och 9 mm vindskyddsskivor av gips. Mineritskivan var en Cemberit fasadskiva och gipsskivan en Knauf Danogips Weatherboard. Innan spikning påbörjas är det viktigt att ställa in rätt inslagsdjup då spiken annars riskerar att slå sönder skivan. Då de olika skivtyperna skiljer sig väsentligt åt så redovisas genomförda tester separat nedan.

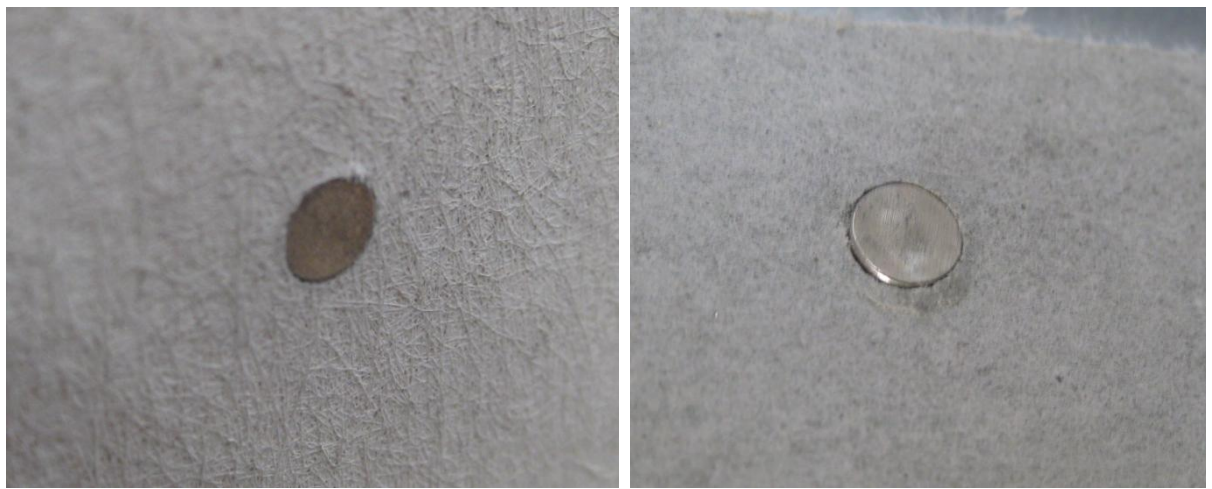
Spikning av Cemberit fasadskiva

Vid spikning av Cemberits 9 mm fasadskiva upplevs arbetet gå snabbt och utan större ansträngning. Vår första fundering som gällde huruvida skivan skulle sitta ordentligt i stommen visar sig vid en första bedömning inte vara ett problem. Skivan sitter hårt och kan omöjligt dras loss med handkraft. Vi har dock spikat relativt tätt med ett centrumavstånd på 150 till 200 millimeter. Tack vare mineritens höga densitet och hårda yta håller spiken fast skivan trots att spikens huvud är ganska litet (cirka 5 mm), se *Figur 24*. Den stora fördelen med metoden är att spikningen kan utföras betydligt snabbare än motsvarande skruvning samtidigt som det går åt väsentligt mycket mindre kraft för att spika. Nackdelen är att spikarna är något långa och därmed kan komma att störa efterföljande isoleringsarbete där de vassa spetsarna även bidrar till viss skaderisk. Tyvärr kan den pistol vi använder oss av inte skjuta kortare spik är 38 millimeter vilket innebär att den spik vi skjuter inte tillhandahålls i kortare längder. För att testa de ifrågasatta vinteregenskaperna för systemets luftslangar och kompressor måste full produktion pågå i kall väderlek under en flerdagarsperiod. Detta har vi inte haft möjlighet att kontrollera utan räknar med att leverantören löser eventuella vinterproblem med utrustningen. Några ytterligare kontroller gällande spikens tvärkrafts- respektive utdragsvärden behövs innan metoden kan rekommenderas för produktion i full skala. På grund av effektivitet och ergonomiska vinster ser vi dock stor potential i denna metod då limning inte lämpar sig av väderskäl eller liknande. Vi avser att utreda denna metod vidare och sprida kunskapen så

snart vi har ett definitivt besked för spikning av mineritskivor. Spikning måste dock kombineras med tejpning för att fullgott skydd mot vind och vatten likt det som fås vid limning skall uppnås. Till detta rekommenderas till exempel 3M All Weather Flashing Tape 8067 som kan appliceras ned till -18°C , är något elastisk och klarar temperaturer mellan -40°C och $+60^{\circ}\text{C}$.

Spikning av Knauf Danogips Weatherboard

Även vid spikning av Knauf Danogips Weatherboard upplevs arbetet gå snabbt och utan större ansträngning. Fundering som gällde huruvida skivan skulle sitta ordentligt i stommen visar sig dock vara mer befogad i detta fall. Spikens huvud har en tendens att gå igenom skivan och inställning av islagsdjupet blir ännu känsligare för att skivan ska fästas till stommen utan att gå sönder, se *Figur 24*. När skivan väl är på plats och fullspikad med centrumavstånd på 150 till 200 millimeter så sitter den väl men osäkerheten kring huruvida spikens skallar kan nöta sig genom den porösa gipsskivan kvarstår. I övrigt så är både fördelar och nackdelar de samma som för testet med Cemberits fasadskiva. För att få spikning att fungera tillsammans med 9 mm Weatherboard så krävs sannolikt en spik med större huvud och därmed även en annan spikpistol. Vidare testning och godkännanden krävs innan denna metod kan användas i full produktion.



Figur 24. Spikens islagsdjup måste justeras för att få ett bra montage.

4.3 Fönster/Stål

För att lösa problemen med fönsterinfästningar så har problemen angripits ett i taget. Det första problemet som härrör till problem med fixerskruvens borrhållförmåga i förstärkningsregeln löses enklast genom att hitta en bättre skruv. Förstärkningsreglar runt fönster skall vara i tjocklek 1,5 eller 2,0 mm (Carlsson 2008) och i detta test har båda tjocklekarna provats. Det andra problemet som har med injusteringsmöjligheter av fönstret att göra löses bäst med någon form av oorganisk uppstyvning av regeln. I avsnitt 4.3.1 till 4.3.2 nedan beskrivs hur vi

gått tillväga för att hitta en lösning på problemen. I våra tester har reglar med bredden 170 mm använts eftersom testprodukterna tagits fram för denna regeldimension.

4.3.1 Fixeringsskruv

Vid besök på arbetsplatser och samtal med yrkesarbetare från produktionen visar det sig att den skruv som används flitigast idag är Kartros fixerskruv för stål med maximal tjocklek på 4,0 millimeter tillhörande adjufixsystemet. På en fråga varför inte fixerskruven för maximal ståltjocklek 2,5 millimeter används så anges att det är denna skruv som gängorna går sönder på vid montage och justering. Leverantören rekommenderar inte heller skruven för montage av tyngre fönster och dörrar.

Skanska Teknik tillsammans med yrkesarbetare från produktionen testar därför den mest frekvent använda skruvens egenskaper. Redan vid en första anblick ser skruvens spets trubbig ut med en stor vinkel på spetsen. Det visar sig också vid provmontage att skruven har en allt för dålig borrhörmåga samtidigt som den trubbiga spetsen även bidrar till att skruven halkar runt innan den får tag i stålet.

Slutsatsen blir att en spetsigare fixerskruv med bättre borrhörmåga behövs. Vid en rundfrågning bland deltagande aktörer i detta projekt rekommenderades att vi skulle testa Tema karminfästningar som marknadsförs av Ejot&Avdel. De föreslår att vi ska testa deras system inklusive deras fixeringsskruv nummer 10146. Det är en skruv som är betydligt spetsigare i sitt utförande (se *Figur 25*). Vid provmontage i 1,5 till 2,0 mm stålregel visar den sig också greppa tag i förstärkningsregeln snabbare och borrhörmågan är betydligt bättre än den skruv vi tidigare testat. Vi använder därför detta karminfästningssystem när vi provmonterar fönster i våra testväggar med stålreglar i tjocklek 1,5 och 2,0. Bedömningen är att detta system fungerar tillfredställande eftersom skruven inte längre slinter utan istället borrar sig genom regeln. Det är dock lättare att komma igenom en 1,5 mm tjock regel än en på 2,0 mm vilket ger att det bör projekteras med 1,5 mm karmreglar om så är möjligt. Vi anser således att den förbättrade borrhörmågan har löst problemet med fixeringsskruven.



Figur 25. Temas fixeringsskruv (överst) upplevs spetsigare än Kartros i sitt utförande.

4.3.2 Injustering

För att inte behöva bygga in organiskt material i ytterväggarna är det viktigt att hitta en effektiv och kvalitetsmässigt riktig metod att styva upp karmreglarna så att de inte sviktar när fönster och dörrar skall justeras. För att undersöka om det finns en lämplig metod på marknaden som lösning till detta problem har projektets deltagande stålregelleverantörer rådfrågats. Både Europrofil och Lindab har jobbat på en liknande lösning där en plastkloss vrids in i regeln bakom dess flänsar för att på så sätt styva upp regeln i infästningspunkten, se *Figur 26* och *Figur 27*. Nedan beskrivs de olika lösningar vi studerat.

Lindabs lösning

De båda lösningarna är som sagt relativt lika men några små saker skiljer dem åt. Lindabs fönsterbeslag/plastkloss passar enbart i deras egna regler eftersom deras regler har en lite annorlunda utformning med ett utstickande veck på mitten av regeln. Beslaget är dessutom anpassat efter deras regelbredd och flänsar. När vi provar att vrida beslaget på plats i ytterväggsregeln verkar det fungera fint men vi får tyvärr inget tillfälle att prova beslaget i produktionen och kan därför inte utesluta risken att det spricker när karmskruven skruvas genom plasten. Vi får heller inte möjlighet att undersöka hur mycket plastbeslaget egentligen styvar upp regeln och kan därför inte bedöma om detta är en bra produkt. Produkten finns dock enligt Lindab till försäljning och fungerar enligt dem bra, se *Figur 26*.



Figur 26. Lindabs fönsterbeslag som ska styva upp regeln i infästningspunkten

Europrofils lösning

Europrofil har tidigare utfört och dokumenterat ett test av fönstermontage där olika regel-tjocklekar har provats för karmreglar (Carlsson 2008). Efter testet konstaterades det att plåten är tillräckligt tjock och styv för justering när karmregeln är 1,5 mm tjock eller mer. För att styva upp regelns mitt och motverka den sviktande effekt som upplevs vid justering av större

fönster har även Europrofil tagit fram ett plastbeslag som klickas i på förstärkningsregelns baksida. Beslaget passar endast deras regler.



Figur 27. Cirka 50 % av fönsterbeslagen sprack vid montage (montagetemperatur ca: 1°C).

För att utreda om beslaget ger önskad effekt och löser de problem som tidigare upplevts så testades beslaget i fullskaletest. Två fönster av olika storlek monterades i en av våra provväggar. Montaget utfördes av Skanskas yrkesarbetare och dokumenterades av Europrofil tillsammans med Skanska Teknik.

Det första som noterades när beslaget klickades i var att regeln ändå kunde svikta ca 3 millimeter. När fixeringsskruven sedan drogs i för att montera fönstret så roterar plastbeslaget delvis loss ur sin position. När nästa skruv dras i spricker beslag nummer två vilket sedan upprepas vid flera andra försök, se *Figur 27*. Sammanfattningsvis konstaterar vi tillsammans att plastbeslaget inte håller måttet med denna sammansättning på plasten. Ytterligare produktutveckling krävs innan en riktigt bra lösning finns på marknaden.

4.4 Bearbetning/kapning

Stålregelleverantörerna är tydliga med att påpeka att stålreglar skall beställas färdigkapade för ytterväggsstål. Visst behov för bearbetning på byggarbetsplatsen kommer dock alltid att finnas. Därför är det viktigt att undersöka vilken som är den bästa metoden och sprida informationen. Vissa kapmetoder faller delvis på att de är ett "hett arbete" vilket i praktiken innebär att det skapar varma gnistor som kan antända material i dess närhet. Det leder i sin tur till att brandvakt och brandsläckare med mera behövs både under och en lång stund efter utfört arbete. Det bör således undvikas för att minimera risker och effektivisera arbetet. I detta avsnitt beskriver vi de metoder och produkter vi undersökt för att lösa problematiken. Kapning med vinkelslip eller plåtsax har inte närmare undersökts eftersom vi inte ser dem som alternativ på grund av de arbetsmiljörisker de medför i form av "heta arbeten" och belastning på händer och handleder.

4.4.1 Bearbetning av ytterväggsstål i hus-/fältfabrik

På en hus- eller fältfabrik finns det större möjligheter att installera tung utrustning som inte måste vara mobil på samma sätt. Därför finns fler möjligheter när det gäller kapning av stålreglar. I denna studie har vi undersökt följande alternativ;

Hydraulisk klipp

Det finns i dagsläget hydrauliska klippor som kan klippa såväl reglar som skenor för ytterväggsstål. I den variant som vi studerat och som levererades av Europrofil trycks ett spetsigt blad uppifrån och ned så att regeln som skjuts in under bladet kapas. Fördelarna är att det går relativt snabbt och inga metallflisor skapas eftersom inga roterande delar förekommer. En nackdel med hydrauliska klippor är att de är tunga och måste transporteras på pall samt att de är relativt kostnadskrävande. En annan nackdel på den modell vi studerade var att det var svårt att se var snittet skulle ske. Detta bör dock kunna lösas genom att mäta från kanten på bordet eller liknande så att snittet till exempel alltid sker 100 millimeter från bordskanten. Vi ser stor potential i denna typ av klippor för husfabriker men ser inte att det skulle vara ett bra alternativ för byggarbetsplatserna på grund av vikt och brist på mobilitet.

Kap- och gersåg Evolution Rage

Kapsågen från Evolution är världens första kap- och gersåg som kapar stål, aluminium och trä med en och samma klinga. Den är jämfört med en traditionell kap- och gersåg nedväxlad samt starkare i motorn för att orka gå i tungarbetade material samtidigt som den inte varvar för snabbt och riskerar att bränna materialet. Vi har testat sågen för att bedöma hur den fungerar och även undersökt hur andra upplevt arbetet med sågen. Sågen har enligt leverantören flera fördelar, den går till exempel att använda precis som en vanlig kap- och gersåg så länge användaren inser att det är stål som bearbetas och angriper materialet med försiktighet. Det innebär att användaren kan skapa sneda kapytor på samma sätt som i trä. Sågen kan efter det användas för att såga en parkettbräda med samma klinga. Det innebär att sågen kan användas av flera personer samtidigt även om arbetsuppgifterna skiljer sig åt radikalt.

Sågen bidrar inte till ”heta arbeten” eftersom det inte bildas några varma gnistor. Den ger dock upphov till en del metallflisor vid arbete så skyddsglasögon krävs vid användande. En annan nackdel är ljudnivån, att såga i stål låter relativt högt och även hörselskydd måste bäras vid användande. Vid bortkapning av en liten regelbit finns risk att den flyger iväg, verktygsleverantören erbjuder därför att montera en enhandstving som kan fällas ned och hålla fast den lilla biten vid kapning. Maskinuthyrarna tycker att sågen är lite för liten för uthyrningsverksamhet men har inget bättre alternativ att presentera i dagsläget.



Figur 28. Evolutions kap- och gersåg hanterar såväl stål som trä med samma klinga.

De snickare som fått en introduktion till att använda sågen uppfattar den som det bästa vi har i nuläget och lyckas använda sågen på ett riktigt bra sätt men betonar vikten av att förbereda en välfungerande sågstation. De snickare och arbetsledare som inte fått någon utbildning på sågen verkar däremot inte alls gilla den eftersom den enligt dem går sönder hela tiden. Vid vårt test kapades ett flertal stålreglar i tjocklek 0,7-2,0 mm med samma goda resultat hela tiden. Det gäller dock att vända regler och skenor med flänsarna nedåt för att undvika att få metallflis studsandes upp i ansiktet. Efter genomförda stålregelkapningar provade vi även att kapa regler fulla med spik och efter det en fin laminatbräda. Resultatet är förbluffande bra, snittet är skarpt i laminatbrädan även efter all stålkapning. Sågen bör därmed kunna fungera som det multiverktyg som leverantören utger den för att vara, se *Figur 28*.

Sammanfattningsvis ser vi därför att sågen kan vara ett bra verktyg att använda under förutsättning att den som ska använda sågen deltagit i en arbetsberedning och fått viss utbildning på verktyget. Dessutom bör arbetsplatsen förberedas och en bra sågbänk göras i ordning före användandet. Bedömningen är att sågen kan fungera väl såväl i en husfabrik som på en byggarbetsplats men på bygget måste placeringen ses över så metallflisor inte flyger på passerande personer.

4.4.2 Platskapat på bygget

Utöver ovan nämnda kap- och gersåg så finns för kapning på bygget ytterligare ett par alternativ som kan vara intressanta att testa. Alternativen är förslag från deltagande aktörer i detta projekt samt från Skanskas produktionsenheter. Två cirkelsågar för stål och plåt nibbler hör till de verktyg vi avser att utvärdera för arbete på byggarbetsplatsen.

Plåt nibbler

Plåt nibbler används idag på en av byggarbetsplatserna vi besökt för att kapa hattprofiler för innertak och borde kunna fungera även för utvändigt stål i de fall kompletterande arbete behöver utföras på regler som kommer färdigkapade från fabrik. Nibblern fungerar enligt uppgift bra för bearbetning av hattprofiler och förhoppningen är att detsamma ska gälla för ytterväggsreglar. Verktøget är för långsamt för att vara ett alternativ när det kommer till en större mängd kapsnitt.

Vid tester med nibbler hade vi tillgång till en nibbler av märket Fein och en från Bosch där båda verktygen angavs ha en maximal arbetskapacitet på 1,6 mm tjockt stål. Testet startade därför med att prova båda verktygen i en förstärkningsregel med tjocklek 1,5 mm. Bosch nibbler fungerade inte alls för ändamålet medans Feins variant tog sig igenom materialet bra. Problemen startar när perforeringen (se *Figur 29*) ska passeras, där fastnar verktyget och måste vickas fram och tillbaka för att komma förbi. Det fungerar men är jobbigt.



Figur 29. Till vänster: Evolutions cirkelsåg har handtaget placerat rakt bakom sågen. Till höger: Nibblern fastnar lätt när perforeringen ska passeras.

När vi sedan testar samma verktyg i en plåtregel med tjocklek 2,0 mm så fungerar även det bra på de släta ytorna men det fungerar inte alls vid perforeringen. Nibblern skapar i samtliga fall ett relativt brett och oprecist snitt med mycket restprodukter i form av små metallflisor. Verktøget kan således enbart rekommenderas för mindre urtag i plåtreglar upp till 1,5 mm tjocklek. För övriga kapningar anses verktyget alltför omständligt att arbeta med.

Cirkelsåg Evolution 180 för stål

Även om kap- och gersågen fungerar bra för en byggarbetsplats så är cirkelsågen något mer portabel. Cirkelsågen fungerar på samma sätt som kap- och gersågen som beskrivits innan men förutom den nedväxlade starka motorn så har den här även en något speciell placering av handtaget (se *Figur 29*). Det är nedflyttat något för att kraften ska komma rakt bakifrån när sågen används och på det sättet glider sågen enligt tillverkaren smidigare genom arbetsstycket. Eftersom sågen är så pass portabel så bör den fungera bra på en byggarbetsplats även då

den behöver transporteras runt på bygget. Sågen är trots sin mobilitet relativt tung och lyfts företrädesvis med två händer.

Den såg som vi testat är utrustad med en klinga enbart för stål men sågen finns även i utförande för multiklingor. Fördelen med en ren stålklinga är att den håller något längre än en multiklinga som i sin tur dock kan utföra fler arbetsuppgifter. Vi har provat sågen på regler i olika bredder och med tjocklekar från 1,0 till 2,0 mm. Vid vårt test av maskinen upplevde vi att det var lite svårt att följa linjen och veta att sågningen utfördes rakt. Detta var av naturliga skäl extra lurigt mot slutet av regeln då hela strecket befinner sig under sågbordet på sågen. Fördelen med verktyget är dock att färre metallflisor flyger runt än vid användandet av kap- och gersågen (spånsugen har inte varit ansluten på något av verktygen trots att denna möjlighet finns). Att kapa en regel upplevs relativt enkelt oavsett tjocklek bortsett från det faktum att klingan inte når igenom den sista 1 mm av regeln med den sågstorlek vi testade. Detta innebar i vårt test att styrskenan som sitter precis bakom sågklingan fastnade i regeln när den kom fram dit och det i sig tur ledde till sågavbrott. Det finns på marknaden en modell med multiklinga som är 185 mm vilket eventuellt kan lösa problemet.

Sammanfattningsvis så behöver fler tester göras och fler modeller testas innan en slutlig rekommendation kan göras. Det vi i dagsläget kan säga är att såväl multiklingan som stålklingan sågar genom stålreglar oavsett tjocklek och bredd utan problem och utan ”heta arbeten” och är till stor hjälp vid kapning då en portabel enhet behövs.

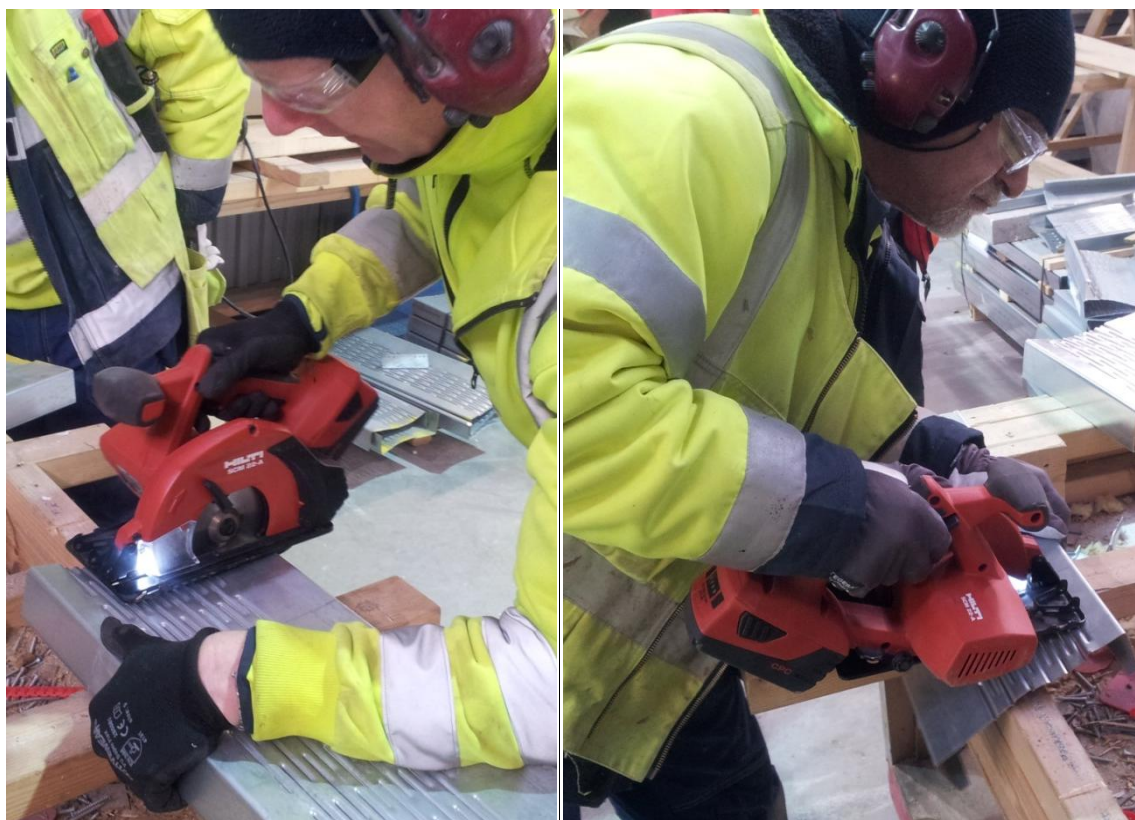
Hilti SCM 22-A batteridrivna metallsåg

Hiltis såg SCM 22-A (se *Figur 30*) är framtagen för kapning av rör och regler i en ståltjocklek upp till 57 mm som också är sågens maximala sågdjup med 165 mm klinga vilket är max vad sågen klarar. Sågen väger endast 4kg och drivs av ett 22 Volts Li-jon batteri på 0,78 kg. Dimensioner på sågen är 370x206x242 mm. Batteriet räcker till mer än 50 kapningar av 2 mm tjocka regler. Sågen är utrustad med ledlampa som belyser sågspåret samt en spånuppsamlare som fångar upp merparten av de metallspån som bildas. Sågen upplevs vid en första anblick som väldigt lätt och smidig i förhållande till andra testade sågar.

I vårt test deltar tekniskt ansvariga från Hilti Sverige och Hilti U.K. samt Skanska Teknik och snickare från Skanskas produktion. Sågen testas på regler och skenor av tjocklek 1,0 till 2,0 mm. Höjden på skenan är 57 mm vilket enligt uppgift är max vad sågen ska klara. Vi testade sågens användarvänlighet och sågprestation.

Sågen är mycket riktigt lätt och bekväm att hålla och arbete med en hand fungerar bra. Sågbordets utformning (248x127 mm) tillsammans med ledbelysningen gör att det är relativt enkelt att följa sågspåret och därmed få precisa snitt med den 1,2 mm breda sågklingan. Spånet samlas på ett bra sätt upp i sin uppsamlingskopp vilket innebär att det är minimalt med flygande metallspån vid sågning. Sågningen flyter bra utan driftstopp framåt i arbetsstycket oavsett regeltjocklek. Sågen är dessutom utrustad med automatstopp som slår ifrån om klingan fastnar vilket är skonsamt både mot batteri, maskin och framför allt användaren som inte riskerar att skada sig. Sågen lyckas även som utlovat kapa skenor med 57 mm höjd.

Den samlade bilden av sågen är att den fungerar imponerande väl och är mycket användarvänlig. Detta är den såg vi skulle rekommendera för arbetsuppgifter där sågen behöver flyttas med och vara mobil.



Figur 30. Hiltis nyhet SCM 22-A är smidig vid platskapning.

4.5 Deltaljprojektering ger bättre ergonomi

Även om denna studie främst handlar om sammanfogning av stål så knyts hela processen samman av att det som inte görs på fabrik måste göras på plats. Om väggarna i ett tidigt skede innan väggstålet beställs är färdigprojekterade i detalj alternativt ritas upp i detalj i leverantörens dataprogram så kan stålet levereras färdigkapat, uppmärkt och förhoppningsvis färdigstansat så den mest ergonomiska sammanfogningsmetoden kan väljas på plats. Ju mindre kapningar som behöver göras på plats desto snabbare går montaget och desto bättre blir arbetsmiljön. Det samma gäller förstansade regler som är uppmärkta så att vem som helst enkelt kan se vilken del som skall sitta var. Om allt kommer färdigt så montaget kan ske utan kapningar och med blindnit istället för skruv så kommer ergonomin att förbättras väsentligt för dem som utför arbetet. Därför kommer här lite kort information kring vilka tjänster som vissa av de medverkande stålregelleverantörerna i projektet erbjuder.

Opticon

Europrofil har utvecklat Opticon, en relativt lättanvänd programvara där i stort sett vem som helst kan rita upp sin vägg. I programmet anger användaren godstjocklek, längd, höjd, gavel-sidor samt öppningar för fönster och dörrar på den aktuella väggen. Väggen ritas upp automa-tiskt i 3D och ritning samt materiallistor skickas till beställaren för godkännande. Informatio-nen styr sedan tillverkningen av regler och skenor. Samtliga regler och skenor individmärks på ett sätt så att hela väggen kan monteras utan ritning, mätning eller kapning.

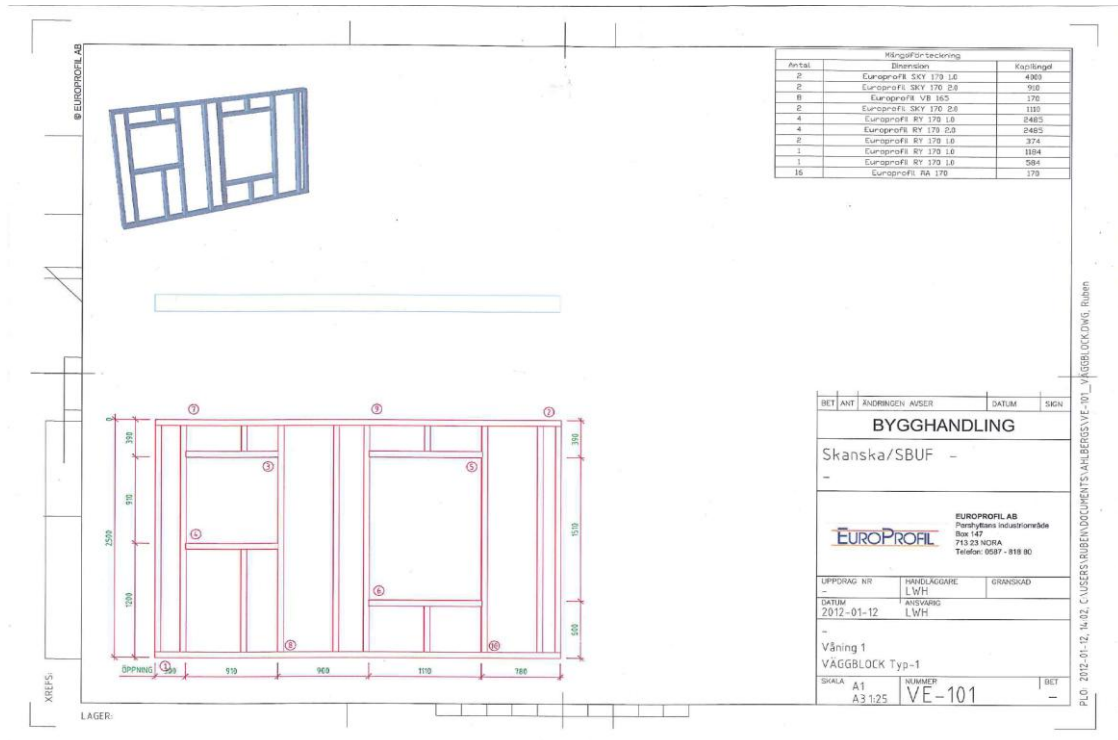
Regel A placeras mot markering A på skenan och detsamma gäller för samtliga öppningar i väggen, se *Figur 31*.



Figur 31. En prototypvägg ritad i Opticon, levererad förstansad och monterad med blindnit.

Materialet packas, märks och levereras sedan enligt beställarens instruktioner. Det innebär alltså att samtliga utfackningsväggar för en byggnad kan ritas upp i förväg och förpackas så de ligger på plats uppmärkta och klara för montage. Om det även går att få regler och skenor förstansade så skulle montering kunna ske ergonomiskt riktigt med blindnit istället för att be-höva skruvas. Förutsättningen för att det slutligen ska gå att montera med nit är att väggen är uppritad i sin helhet före beställning.

Detta har testats i sin helhet från ritning (se *Figur 32*) till färdigmonterad vägg i Skanskas husfabrik i Göteborg, se *Figur 31*. Testet utfördes av Skanska Teknik i samarbete med Euro-profilens tekniska utvecklare och skyddsombud/snickare från Skanskas produktion. I denna test-vägg var hålen borrade istället för stansade och niten var inte av bästa kvalitet. Detta ledde till att passformen inte blev optimal men nitningen gick ändå klart snabbare än tidigare byggd testvägg som stuknidades och skruvades ihop. Dessutom blir kvalitén högre eftersom alla delar bara passar in exakt där de ska sitta, se *Figur 31*. Testet anses lyckat och vi anser att en detal-jerad projektering är förutsättningen för det mest ergonomiska montaget.



Figur 32. Så här kan en ritning från Opticon se ut för produktion.

Lindabs Revittools

Lindab Revittools är en programvara för stålregelväggar skapad för Autodesk Revit Architecture 2012 och Autodesk Revit Structure 2012. Programmet innehåller bland annat väggbibliotek, väggväljare, uppreglingsfunktion och ID-funktion. Genom att välja väggtyp och fylla i olika parametrar så genereras automatiskt väggförteckning, materiallista för stålprofiler, monteritningar och materiallista för väggmaterial.

Lindabs Revitlösning kan användas i tidiga skeden och i väggväljaren kan användaren definiera/mata in uppgifter om ljud- och brandkrav, skenor, regler, isolermaterial och skivor. För ytterväggar matas data in manuellt medan det för innerväggar finns färdiga alternativ att välja på. En färdigdefinierad vägg sparas när den är klar i väggbiblioteket och kan plockas fram när en likadan vägg ska användas igen.

Upplägget gör att användaren automatiskt får materialet mängdat och således vet hur mycket gips och isolering som behöver beställas samt att regelstommen levereras uppmärkt enligt beställarens önskemål.

5 INFORMATIONSSPRIDNING

Informationsspridning är sannolikt projektets allra viktigaste del för att uppnå de syften studien har. Det gäller informationsspridning åt flera håll, dels så behöver produktionen dela med sig av de problembilder som dyker upp och dels bör tekniska utredare samt leverantörer dela med sig av de lösningar som finns på framförda problem. I detta projekt har vi därför inhämtat information vid såväl startmöte med produktionen och projektets alla deltagande aktörer som vid fyra arbetsplatsbesök och samtal med snickare. Vid projektets startmöte framförde projektchefer, platschefer, snickare/skyddsombud och tekniker de problem som hittills upplevts vid arbete med stålreglar. Det innebär att erfarenheter från ett flertal tidigare byggprojekt kunde tillgodogöras detta projekt vid startmötet. Med dessa fakta som grund skapades sedan en bild av de problem som finns för att tillsammans med projektdeltagande leverantörer försöka lösa problemen genom att testa olika tillgängliga arbetsmetoder.

Efter avslutade tester och dragna slutsatser har samtliga aktörer samt referensgrupp i projektet tillsammans med produktionspersonal bjudits in till ett slutmöte där vi redogör för de metoder som testats och de lösningar vi hittat på framförda problem. I samband med detta slutmöte erbjuds produktionspersonal att diskutera problem och lösningar direkt med deltagande leverantörer samt prova på nya metoder och studera de testväggar som byggts inom ramen för detta projekt. På detta vis hoppas vi sprida informationen tillbaka till produktionen där den behövs.

Alla metoder är inte fullt utredda idag varför fortsatt kontakt måste hållas med produktionen och meddela eventuella nyheter och förbättringar som sker. Informationsspridning till övriga intressenter och byggentreprenörer sker via den referensgrupp som upprättats inom detta projekt samt via spridning av rapporten. Utöver de direkta kommunikationsinsatserna så skapas även flera indirekta då många leverantörer nu fått upp ögonen för problemen vi står inför och därmed arbetar på lösningar som sedan framförs till potentiella kunder i produktionsleden. Det blir sannolikt en form av marknadsföring som även fungerar som informationsspridning av nya lösningar och arbetsmetoder.

6 DISKUSSION

Eftersom projektets syfte var att utveckla kunskap kring ergonomiska sammanfogningsmetoder alternativt utveckla nya produktionsmetoder för tunnplåtsstommar så anser vi att projektets mål har uppfyllts väl då flera alternativa metoder belysts som idag används i relativt begränsad omfattning men som har stor potential att förbättra ergonomin för yrkesarbetarna. Projektet har dessutom bidragit till att förtydliga vikten av en detaljerad projektering med ett ergonomiskt tänk så att så mycket väggreglar som möjligt kan beställas färdigkapade och förstansade. Det sistnämnda är ett gott exempel på en ny produktionsmetod som har sitt ursprung i denna studie.

Nyttan med detta projekt förväntades bli en bättre arbetsmiljö för branschens arbetare och utvecklade produktionsmetoder för att bygga ytterväggar i tunnplåt med robusta lösningar och hög kvalitet även vid svåra moment. Detta har till stor del uppfyllts då flera arbetsmetoder med potential att förbättra arbetsmiljön har lyfts fram i detta projekt. Dessa metoder och produkter används idag i begränsad omfattning vilket gör att en spridning av kunskapen och en förändring av arbetssätten kan göra stor nytta. För att förväntningarna ska uppnås fullt ut krävs fortsatta studier av nya arbetsmetoder och framförallt en spridning av de metoder vi nu undersökt och vill rekommendera. Slutmötet med direktkontakt mellan produktion och leverantörer samt tekniker är därför av stor vikt för att informationen ska komma ut där den behövs, nämligen i produktionen. Mer om våra slutsatser och rekommenderade lösningar hittas i nästföljande kapitel.

En stor del av detta projekt var att sammanställa de metoder som idag finns tillgängliga på marknaden och som har potential att förbättra ergonomin vid arbete med stålreglar. Valet av vilka metoder som skulle studeras har gjorts i samarbete med deltagande leverantörer eftersom de sitter inne med den mest detaljerade kunskapen inom respektive område. Vi uppfattar därför att vi lyckats få fram och belysa de flesta metoder med potential som idag används i någon form inom byggverksamheten i Sverige. Till sammanställningen har vi alltså inte sökt efter helt nya metoder som inte är utvecklade utan endast etablerade produkter eller metoder som inom rimligt snar framtid kan väntas fungera fullt ut i produktion.

Efter att valda metoder studerats finns det dock flera saker som behöver utredas ytterligare eftersom vissa metoder inte tidigare använts fullt ut i någon större utsträckning men som har potential att bidra till en bättre ergonomi. Detta beskrivs ytterligare i kapitel 8.

7 SLUTSATSER

Den slutsats som kan dras av detta projekt är att det som väntat finns metoder som kan förbättra ergonomin vid arbete med stålreglar om bara informationen når ut till produktionen. Fortsatt informationsspridning är således av största vikt för att få till en förändring och förbättring av ergonomin för yrkesarbetarna. Dock så finns ingen metod som fungerar för alla situationer och i flera fall kan det innebära ett problem av rena logistiskäl eftersom produktionsledarna upplever det blir för många olika moment att hålla ordning på.

Slutsatser kan dock dras av de metoder och lösningar som studerats och vissa rekommendationer kan därför ges som vägledning till vilken metod som kan passa till vad. Inom ramen för detta projekt har många olika arbetsmetoder studerats. De skiljer sig något åt beroende på vad som ska sammanfogas eller bearbetas och har därför delats i stål/stål, skiva/stål, fönster/stål och bearbetning/kapning. De olika arbetsmetoder som studerats inom respektive kategori framgår i detalj av kapitel 4 men nedan presenteras de översiktligt med vissa slutsatser och rekommendationer i avsnitt 7.1 till 7.4

7.1 Stål/stål

För att hitta effektivare metoder och bättre skruv för infästning av stål till stål undersökte vi följande metoder för yttervägsstål:

- skruvning
- stuknitning
- pop-/blindnitning
- spikning
- punktsvetsning

Slutsatsen blev att vi ser flera metoder som lämpar sig bättre rent ergonomiskt att arbeta med än skruvning vid ett stålregelmontage. Vi rekommenderar främst nitning med automatisk nitmaskin där stommen levereras förstansad i samtliga infästningspunkter. För arbeten av mer tillfällig karaktär som till exempel renovering och ombyggnad där utgångsläget inte är lika känt fungerar stuknitning väl som ersättning till skruvande. Även spikning har potential för sistnämnda situation men behöver utredas vidare innan en slutlig rekommendation kan ges. Punktsvetsning kan lämpa sig för fast fabriksmontage av stomme i det fall reglarna inte kan levereras förstansade, dock så kvarstår här en hel del praktiska frågeställningar kring eventuell gasbildning och hur detta i så fall hanteras. I det fall skruvning skall användas är det viktigt både att välja rätt skruv och att välja rätt skruvdragare med korrekt varvtal och passform på bits. För detaljerade uppgifter kring olika skruvar, se kapitel 4.

7.2 Skiva/stål

För att hitta effektivare metoder och bättre skruv för infästning av skivor till stål så undersökte vi följande metoder:

- Skruvning
- Spikning
- Utvändig limning
- Invändig limning

Slutsatsen blev även här att vi ser flera metoder som lämpar sig bättre för infästning av skiva till stål än vad skruvning gör rent ergonomiskt. Mest potential ser vi i utvändig limning som helt kan eliminera skruvningen vid infästning av gips- och mineritskiva till ytterväggsstomme. Vi rekommenderar denna metod då limmet dessutom tätar mot luft- och vattenläckage och i slutändan ger en bättre produkt. Det fungerar dock inte som system vid montagetemperaturer under 5°C med den limtyp vi testat (fler lim testas nu för att lösa detta problem).

För mineritskivor som har högre densitet än gips och en hårdare yta fungerar även spikning bra på det sätt att det går snabbt och är ergonomiskt skonsamt. Spikarna är dock något långa och kan komma att påverka efterföljande isoleringsarbete. Ytterligare utredning kring spikens drag och tvärkraftsegenskaper samt spikens längd kan behövas alternativt att kontroll sker med projektets konstruktör och Bas U.

Vid invändig limning elimineras mycket skruvning, olika mycket beroende på hur fixering sker under limmets härdningstid. Viktigt att tänka på är att systemet måste användas som det är tänkt och med rätt produkter för att brandskydd med mera ska fungera som tänkt.

Om skruvning skall ske rekommenderas skjutskruv som arbetar med lufttryck och skjuter in skruven snabbt för att sedan dra åt sista varven. Det kräver betydligt mindre handkraft än traditionella nätanslutna gipsskruvdragare. Om traditionella gipsskruvdragare ändå ska användas är det viktigt att använda rätt skruv eftersom vissa skruvar kräver betydligt mindre anpressningstryck. För detaljerade uppgifter kring olika skruvar, se kapitel 4.

7.3 Fönster/stål

När det gäller fönstermontage i stålregelstomme har problemen delats upp i två huvuddelar där det första problemet som härrör till problem med fixerskruvens borrhåll i förstärkningsregeln enklast löstes genom att hitta en bättre skruv. Det andra problemet som har med injusteringsmöjligheter av fönstret att göra avsåg vi lösa med någon form av oorganisk uppsyvning av regeln.

Det första problemet löstes relativt bra tillsammans med projektets deltagande leverantörer då den fixerskruv som ingår i Temas fönstermontagesystem hade betydligt bättre grepp- och borrhåll i stålreglar med tjocklek 1,5 och 2,0 mm. Mer om detta i kapitel 4.

När det kommer till injustering av fönstret så har de beslag vi studerat för att lösa problemet tyvärr inte lyckats bevisa att de lever upp till kraven. Fortsatt utvecklingsarbete pågår hos leverantörerna av stålreglar och en lösning på problemet bör inte vara långt borta nu när de har uppmärksammats på problemet.

7.4 Kapning/Bearbetning

Den tydligaste slutsatsen är att när arbete med ytterväggsstål sker så ska det kapas enligt ritning av stålregelleverantören i första hand och endast i undantagsfall eller vid smärre justeringar kapas och bearbetas på arbetsplatsen. Det ställer också krav på projekteringen och det faktum att alla ytterväggar bör ritas upp i detalj och beställas färdigkapat samt uppmärkt för att undvika onödig kapning i fält. Då bearbetning ändå behöver göras finns för arbete i hus-/fältfabrik följande verktyg att tillgå för kapning av stålreglar och skenor tjockare än 0,7 mm:

- Hydraulisk klipp
- Kap- och gersåg Evolution Rage

Då den hydrauliska klippen är tung och relativt kostnadskrävande så rekommenderas den endast för de situationer fast tillverkning sker i husfabrik eller liknande. I andra situationer där utrustningen behöver flyttas ibland eller endast ett fåtal kapningar behöver genomföras rekommenderas istället Evolutions kap- och gersåg.

För arbete på byggarbetsplatsen behövs verktyg som är relativt mobila och enkla att hantera. Därför rekommenderas följande verktyg i rangordning för justeringar och kapningar på byggarbetsplatsen.

1. Hilti SCM 22-A
2. Kap- och gersåg Evolution Rage
3. Cirkelsåg/Multikapsåg 185 mm Evolution Rage
4. Nibbler (för enklare urtag)

Där stor mobilitet är viktigt, till exempel då arbete sker på flera platser samtidigt eller verktyget skall användas på flera olika våningar rekommenderas Hilti SCM 22-A som är lätt, smidig användarvänlig eller annars Evolutions cirkelsåg 185 mm som även kan användas för kapning av träreglar eller liknande om så behövs vilket gör att dubbla utrustningar inte är nödvändigt.

7.5 Detaljprojektering

Genom att projektera ytterväggarna i detalj och rita upp dem i något av de program som tillhandahålls av stålregelleverantörerna kan ett flertal ergonomiska fördelar uppnås. Dels handlar det som nämns i avsnitt 7.4 om att minimera kapning på arbetsplatsen men också att öka möjligheterna att välja en ergonomiskt riktig sammanfogningsmetod av stommen. Ökad slutkvalitet på ytterväggen kommer på köpet. Slutsatsen är att programmen för att beställa alla regler uppmärkta och kapade i detalj finns så det gäller bara att bestämma vem som skall utföra uppgiften och därmed skapa bättre ergonomiska förutsättningar för de som arbetar med stålreglarna. Det kan mycket väl ligga under det ansvar som BAS-P har för att möjliggöra ett ergonomiskt riktigt arbete. Vilket också betonas av Stevander på Byggnads

7.6 Fortsatt utredningsbehov

Som framgår i kapitel 4 så finns flera metoder som behöver utredas vidare för att säkerställa huruvida de fungerar i full produktion och klarar alla de krav som ställs på slutprodukten. Till detta kommer det faktum att utvecklingen går snabbt framåt och nya produkter kommer hela tiden. Det gäller därför att följa utvecklingen av nya skruvar, nitar, beslag eller lösningar för karminfästningar för att ta några exempel. De metoder som är extra intressanta att utreda ytterligare är framför allt:

- Limning (Vore intressant om det kunde fungera även vid kalla temperaturer)
- Spikning (Gäller framför allt sammanfogning av stål/stål och gipsskiva mot stål)
- Skruvning (Nya produkter kommer hela tiden)
- Karminfästningar (Framförallt behövs en mer komplett metod för uppstyvning av karmregeln så justering kan ske på ett kvalitetssäkrat sätt)

Utöver direkta uppföljningar till detta projekt finns också andra sidospår som vore intressanta att följa upp. Det vore till exempel intressant att utreda om det skulle gå att få till en kraftig ökning av luftverktygsanvändandet i byggbranschen. Även detta är av rent ergonomiskt intresse eftersom de flesta luftverktyg kräver mindre ansträngning av användaren än motsvarande eldrivna verktyg. Många av verktygen är dessutom lättare och tystare än sina motsvarigheter på elsidan. Det finns självklart även negativa sidor med luftverktyg som det faktum att en kompressor behövs och den låter varje gång den laddar upp tryck. Inkluderat i en sådan studie borde därför vara att försöka hitta en möjlig lösning på sådana problem.

Skanska Sverige AB

Uppdragsansvarig

Peter Broberg

Datum

2012-04-23

Uppdragsnummer

12314

REFERENSER

Arbetsmiljöverket, Ergonomi i byggbranschen, ADI 616, Arbetsmiljöverkets publikationsservice, Solna

Carlsson C 2008, Provmontage av fönster i slitsade ytterväggsprofiler, Rapport 071213-1, Clinchpartner 2012, Clinchpartners hemsida,

<http://clinchpartner.com/images/ClinchPartner10TechSpecMX4USOct2510.pdf> (2012-04-20)
Europrofil, Nora

Europrofil 2010, Magna Skivmontage, Utgåva Mars 2010, Europrofil, Nora

Fagersson B 2011, Skyddsombud Skanska, Göteborg (muntlig uppgift, 2011-11-28)

Gyproc 2012, Gyprocs hemsida, www.gyproc.se, (2012-02-16)

Lindab 2012, Lindabs hemsida, www.lindab.se, (2012-02-16)

Nedervi J 2011, Lindab, Göteborg (muntlig uppgift, 2011-11-30)

Person J 2011, Arbetskadorna 2010, Rapport 2011:1, Arbetsmiljöverkets publikationsservice, Solna

Stålbyggnadsinstitutet 2011, Stålbyggnadsinstitutets hemsida, www.sbi.se, (2011-12-08)

Stevander H 2011, Byggnads väst, Göteborg (muntlig uppgift, 2011-11-23)

Svenska Bult & Motståndssvets AB 2012, BM Svets hemsida, www.bmsvets.se (2012-04-23)

Svetskommissionen 2012, Svetskommissionens hemsida, www.svets.se, (2012-04-23)

Öhult L 1997, Lättbyggnad i Australien, Publ. 157, Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm

Övriga referenser: Respektive leverantörs produktkatalog och produktinformation 2011/2012