

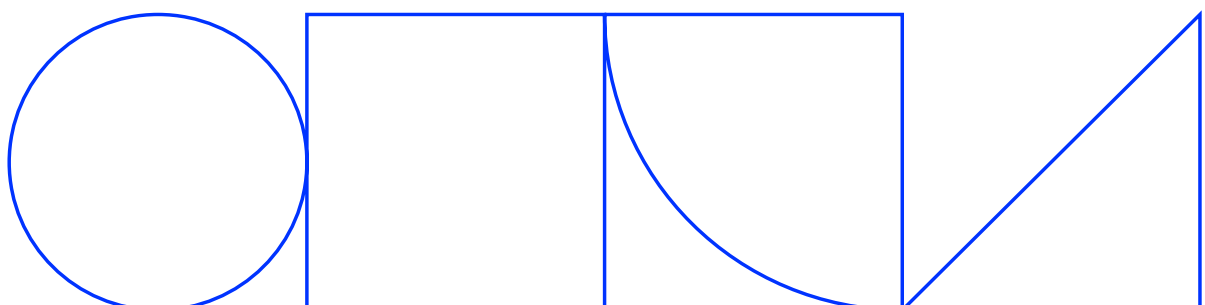
# Prefabricerade skyddsrum

Nytta och möjlighet att använda prefabricering vid byggnation av skyddsrum

---

Nilesh Timmerbäck & Sten-Åke Bergstrand  
Skanska Sverige AB

2024-11-12

**SKANSKA**

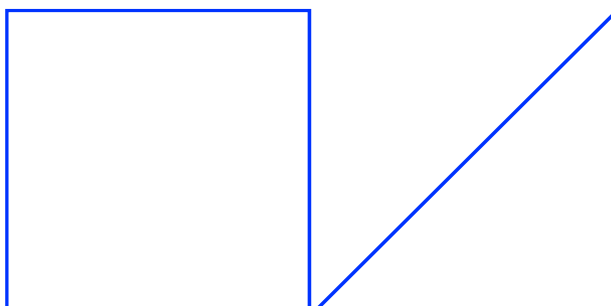
## Förord

Skyddsrum är en viktig del av det civila försvaret och har blivit ett uppmärksammat ämne att diskutera under senare tiden på grund av ett förändrat omvärldsläge. Med detta SBUF projektet vill vi undersöka hur prefabricering kan användas inom uppförandet av skyddsrum i Sverige och vad detta kan medföra för byggbranschen i form av exempelvis effektivitet och förändrad arbetsmiljö. Projektets arbetsgrupp består av Nilesh Timmerbäck och Sten-Åke Bergstrand från Skanska Teknik samt Morgan Johansson från Norconsult. Huvudförfattare till rapporten är Nilesh Timmerbäck.

Först och främst riktas ett tack till SBUF som genom sitt bidrag gjorde projektet möjligt och genomförbart. Vidare vill vi rikta ett stort tack till vår breda referensgrupp som deltagit aktivt i olika diskussionsforum och stöttat projektet under hela genomförandet. Det har varit värdefullt att ha med både entreprenörer, prefableverantörer, skyddsrumssakkunniga och leverantörer av skyddsrumsmateriel i projektet. Utöver bidraget från referensgruppen vill vi även rikta ett stort tack till den finska prefableverantören av skyddsrum, Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy, som vid olika mötestillfällen och genom mejlkontakt bidragit med sina kunskaper och erfarenheter från prefabricering av skyddsrum i Finland. Sist vill vi rikta ett extra stort tack till Morgan Johansson som är teknologie doktor i betongkonstruktioner och adjungerad professor inom området Tillämpad konstruktionsteknik vid Chalmers tekniska högskola och som idag arbetar för MSB som teknisk expert inom skyddsrumfrågor. Morgans breda expertis har varit ett bra tillskott i arbetsgruppen och vi vill tacka för intressanta och givande diskussioner. I övrigt vill vi rikta ett stort tack till byggbranschen i sin helhet som varit med och besvarat enkätstudien, vi har upplevt ett stort intresse och engagemang för projektet. Referensgruppen bestod av följande deltagare:

Entreprenörer:	Tom Erlandsson, Dynacon Jan Adolfsson, Peab Johan Rasmussen, Skanska Mats Johnson, Veidekke
Prefableverantörer:	Magnus Fridvall, Heidelberg Materials Henrik Ahlgren, K-Prefab Emil Edvinsson, Strängbetong
Skyddsrumsmateriel:	Carina Broman, Skyddsrumprodukter Jacob Holm, Skyddsrumsspecialisten
Skyddsrumssakkunniga:	Erland Olsson, Brönje AB Maria Berg, Ramboll

Arbetsgruppen, Växjö, november 2024



## Sammanfattning

Skyddsrum är en viktig del av det civila försvaret och idag finns det drygt 64 000 skyddsrum med plats för ungefär 7 miljoner människor i Sverige. Detta bestånd har byggts upp under en lång tid men upphörde nästan helt 2002, efter att staten slutade finansiera byggandet av nya skyddsrum. Under senare tid går det se att det säkerhetspolitiska läget försämrats och idag pågår en återuppbyggnad av det civila försvaret, detta är ett arbete som pågått sedan 2015. I dagens skyddsrumregler, *Skyddsrum SR 15*, som beskriver hur uppförandet av skyddsrum ska se ut i Sverige är enbart platsgjutning en godkänd byggmetod. Historiskt har prefabricering inom uppförandet av skyddsrum varit godkänt i Sverige, detta upphörde dock att godkännas 2015. I andra länder som exempelvis Finland är det idag godkänt att bygga prefabricerade skyddsrum som alternativ till platsgjutning. Det primära syftet att prefabricerade skyddsrum började godkännas i Finland under 1990-talet var för att skala upp byggnationen av skyddsrum.

Syftet med detta SBUF-projekt är att undersöka hur prefabricering skulle kunna användas inom uppförandet av skyddsrum i Sverige samt vad det isåfall kan tillföra jämfört med platsgjutning. Studiens första del bestod av en omvärldsbevakning där utformningen av skyddsrum i andra länder studerades och jämfördes med Sverige. Andra delen av projektet innefattade en enkätstudie med syfte att få en generell syn kring hur byggbranschen ser på prefabricering inom uppförandet av skyddsrum i Sverige. Projektet avslutades med en workshop och olika intervjuer/diskussioner med verksamma personer inom byggbranschen, däribland entreprenörer, skyddsrumssakkunniga, prefableverantörer och leverantörer av skyddsrumsmateriel ingick.

Resultatet från workshopen, intervjuerna och enkätstudien visar flertalet fördelar och möjligheter med prefabricering inom uppförandet av skyddsrum där exempelvis 72% av svarande i enkätstudien ser prefabricering som ett attraktivt alternativ till platsgjutning. Utifrån entreprenörens perspektiv visar enkätstudien framförallt möjlighet till bättre arbetsmiljö, lägre produktionskostnad, kortare produktionstid och mindre hantering på byggarbetsplatsen, men även möjligheter till enklare planering/inköp. Utifrån ett hållbarhetsperspektiv visar enkätstudien möjligheter till framförallt mindre materialspill, men även möjligheter till minskat klimatavtryck. För att möjliggöra implementering av prefabricering visar resultatet från intervjuerna med skyddsrumssakkunniga att det är viktigt att skapa ett nytt kontrollsystem anpassat för prefabricering. Vid prefabricering flyttas en del av kontrollerna till fabrik, fördelar som detta medför är exempelvis ökad precision i utförandet, mindre risk för felaktiga täckskikt samt ett minskat antal kontroller på byggarbetsplatsen vilket underlättar byggnationen.

Vidare visar framförallt resultatet från intervjun med leverantörerna att prefabricering ger möjlighet till ökad standardisering vilket förenas med en ökad effektivisering. Detta kan innebära givna förutsättningar för projektets olika parter att förhålla sig till vilket underlättar för projektet, men det kan även innebära minskad flexibilitet i utformningen. Vidare visar resultatet från intervjun med entreprenörerna att prefabricerade skyddsrum kan medföra exaktare prisuppskattningar i projekten vilket förenas med ett enklare kalkyl- och prognosarbete. Å andra sidan påvisar studien olika utmaningar med prefabricering, resultatet från enkätstudien, workshopen och de olika intervjuerna visar framförallt att största farhågan är relaterad till skyddsrummens förväntade robusthet och seghet. För att uppnå likadan motståndsförmåga som ett platsgjutet skyddsrum bedöms sammanfogningen av elementen vara viktiga att studera. I ett scenario där prefabricering blir en godkänd byggmetod är därför en rimlig regeländring att begränsa antalet fogar i skyddsrummet då dessa ses som potentiella svaghetszoner.

# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1 BAKGRUND.....	5
1.2 SYFTE OCH MÅL.....	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	6
<b>2. GENOMFÖRANDE</b> .....	<b>7</b>
2.1 OMVÄRLDSANALYS OCH KUNSKAPSSAMMANSTÄLLNING .....	7
2.2 ENKÄTSTUDIE.....	7
2.3 WORKSHOP OCH DISKUSSIONER/INTERVJUER.....	8
<b>3. OMVÄRLDSANALYS OCH KUNSKAPSSAMMANSTÄLLNING</b> .....	<b>9</b>
3.1 OMVÄRLDSANALYS .....	9
3.1.1 Sverige .....	9
3.1.2 Finland.....	9
3.1.3 Norge.....	10
3.1.4 Jämförelse Sverige/Finland/Norge.....	10
3.2 PREFABRICERING.....	13
3.2.1 Prefabricering i allmänhet .....	13
3.2.2 Prefabricerade skyddsrum.....	14
3.2.2.1 Svenskt koncept – Preconform, Heidelberg Materials .....	14
3.2.2.2 Finskt koncept – Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy.....	16
<b>4. UTVÄRDERING AV MÖJLIGHET ATT PREFABRICERA SKYDDSRUM I SVERIGE</b> .....	<b>18</b>
4.1 ENKÄTSTUDIE.....	18
4.2 WORKSHOP OCH DISKUSSIONER/INTERVJUER.....	22
4.2.1 Workshop.....	22
4.2.2 Diskussion/intervju – Finsk prefableverantör .....	25
4.2.3 Diskussion/intervju – Entreprenörer .....	26
4.2.4 Diskussion/intervju – Leverantörer.....	28
4.2.5 Diskussion/intervju – Skyddsrumssakkunniga.....	30
4.2.6 Diskussion/intervju – MSB.....	32
<b>5. DISKUSSION</b> .....	<b>34</b>
5.1 PREFABRICERING SOM ETT ALTERNATIV TILL PLATSGJUTNING.....	34
5.2 FÖRDELAR OCH MÖJLIGHETER MED PREFABRICERING .....	34
5.3 NACKDELAR OCH UTMANINGAR MED PREFABRICERING.....	34
5.4 KONTROLLSYSTEM .....	35
5.5 KONSTRUKTIV UTFORMNING .....	36
5.6 STANDARDISERING & EFFEKTIVISERING .....	37
<b>6. SLUTSATSER</b> .....	<b>39</b>
6.1 FÖRSLAG PÅ VIDARE STUDIER.....	40
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>41</b>
<b>BILAGA A. SVENSKA SKYDDSRUMSREGLER</b> .....	<b>A.1</b>
A.1 SKYDDSRUM SR 15.....	A.1
A.2 HISTORIK.....	A.4
<b>BILAGA B. PREFABRICERADE SKYDDSRUM</b> .....	<b>B.1</b>
B.1 SVENSKT KONCEPT - PRECONFORM, HEIDELBERG MATERIALS.....	B.1

<b>BILAGA C. ENKÄTSTUDIE .....</b>	<b>C.1</b>
C.1 ENKÄTFRÅGOR.....	C.1
C.2 RESULTAT .....	C.6
C.3 RÅDATA.....	C.15
<b>BILAGA D. WORKSHOP MED REFERENSGRUPPEN .....</b>	<b>D.1</b>
D.1 DISKUSSIONSFRÅGOR .....	D.1
D.2 SAMMANSTÄLLNING FRÅN WORKSHOP .....	D.1
<b>BILAGA E. DISKUSSIONER/INTERVJUER.....</b>	<b>E.1</b>
E.1 FINSK PREFABLEVERANTÖR AV SKYDDSRUM – RAKENNUSBETONI-JA ELEMENTTI OY .....	E.1
E.1.1 Övergripande diskussionsfrågor.....	E.1
E.1.2 Sammanställning .....	E.2
E.2 ENTREPRENÖRER .....	E.5
E.2.1 Presentation av deltagare.....	E.5
E.2.2 Övergripande diskussionsfrågor.....	E.6
E.2.3 Sammanställning intervju .....	E.6
E.3 SKYDDSRUMSSAKKUNNIGA .....	E.9
E.3.1 Presentation av deltagare.....	E.9
E.3.2 Övergripande diskussionsfrågor.....	E.10
E.3.3 Sammanställning intervju .....	E.10
E.4 LEVERANTÖRER.....	E.13
E.4.1 Presentation av deltagare.....	E.14
E.4.2 Övergripande diskussionsfrågor.....	E.14
E.4.3 Sammanställning intervju .....	E.15
E.5 MSB.....	E.18
A.5.1 Presentation av deltagare .....	E.18
A.5.2 Övergripande diskussionsfrågor .....	E.18
E.5.3 Sammanställning intervju .....	E.19

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Skyddsrum är en viktig del av det civila försvaret och idag finns det drygt 64 000 skyddsrum med plats för ungefär 7 miljoner människor i Sverige (Bohlin, Blommé, & Jacobsson, 2022). Detta bestånd har byggts upp under en lång tid men upphörde nästan helt 2002, efter att staten slutade finansiera byggandet av nya skyddsrum. Under senare tid går det se att det säkerhetspolitiska läget försämrats och idag pågår en återuppbyggnad av det civila försvaret, detta är ett arbete som pågått sedan 2015. I dagens regelverk, *Skyddsrum SR 15* (MSB, 2024), som beskriver hur uppförandet av skyddsrum ska se ut i Sverige är enbart platsgjutning en godkänd byggmetod. Historiskt har prefabricering inom uppförandet av skyddsrum varit godkänt i Sverige, detta upphörde dock att godkännas 2015 när regelverket *Skyddsrum SR15* trädde i kraft. I kontakt med Morgan Johansson, som sedan drygt 20 år fungerar som teknisk expert för MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) om explosions- och betongfrågor och som arbetade med uppdateringen av skyddsrumslagarna, *Skyddsrum SR 15*, framgår det att frågan kring prefabricerade skyddsrum varit intressant under en längre tid. I senaste arbetet relaterat till uppdateringen av *Skyddsrum SR 15* har frågan kring att tillåta prefabricering för anslutande delar till skyddsrum (stigschakt & förstärkta utrymningsvägar) diskuterats. För att komma längre i arbetet med att utvärdera möjligheten att åter tillåta prefabricerade skyddsrum behövs dock mer kunskap inom området.

I andra länder, som exempelvis Finland, byggs idag prefabricerade skyddsrum som alternativ till platsgjutna skyddsrum. Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy (Konsti & Ojanperä, 2024) är en leverantör av prefabricerade skyddsrum i Finland och menar att prefabricering av skyddsrum är den effektivaste metoden för att på ett snabbt sätt upprätta ett skyddsrum som uppfyller föreskrivna standarder och föreskrifter. Värt att belysa i detta hänseende är att skyddsrumslagarna skiljer sig mellan olika länder, något som berörs i Merkel & Nyman (2023). I detta arbete genomförs en mindre jämförelse av skyddsrumslagarna för Sverige, Finland och Norge, resultat värt att notera är att både vapenlasten och raslasten skiljer sig åt mellan de olika länderna vid dimensionering av skyddsrum.

I Larsson (2012) belyser författaren att en av byggbranschens centrala utmaningar är att förbättra produktiviteten. En av aspekterna som lyfts fram för att möta denna utmaning inom branschen är industrialiseringen. Trots att rapporten fokuserar på brobyggande är det värt att notera att standardisering och prefabricering bedöms kunna bidra till ökad produktivitet, vilket skulle kunna medföra omfattande besparingar i tid och pengar jämfört med platsbyggnation. Vidare beskriver Osbäck (2012) att prefabricering bidrar till en snabbare montering jämfört med traditionell platsgjutning. Prefabricering innebär även att flera arbetsmoment flyttas från arbetsplatsen till fabriken, vilket kan medföra fördelar som mindre materialåtgång på grund av mindre spill. Vidare belyser Sandegren och Mikho (2020) att prefabricering kan medföra en bättre arbetsmiljö eftersom arbetsmiljöriskerna är bättre genomtänkta i fabriken jämfört med ute på arbetsplatsen. Även oönskade väderförhållanden undviks vid tillverkning i fabrik.

## **1.2 Syfte och mål**

Syftet med SBUF-projektet är att undersöka hur prefabricering skulle kunna användas inom uppförandet av skyddsrum i Sverige idag samt vad det isåfall kan tillföra jämfört med dagens tillåtna byggmetod (platsgjutning). Genom en omvärldsbevakning och sammanställning av kunskap från andra länder kan detta användas som underlag för att ge förslag på hur ett helhetskoncept (exempelvis kontrollsystem, konstruktiv utformning osv.) med prefabricerade skyddsrum potentiellt skulle kunna se ut i Sverige. För att besvara studiens syfte involveras även olika aktörer från byggbranschen i Sverige där de genom intervjuer och en enkätstudie får möjligheten att dela med sig av sina kunskaper och erfarenheter.

Potentiella möjligheter som prefabricering av skyddsrum kan medföra kommer studeras i detta projekt däribland aspekter som förändrad byggproduktion, kontrollsystem och teknisk utformning är intressanta delar att belysa/utvärdera.

## **1.3 Avgränsningar**

Studien genomförs som en förstudie där både integrerade skyddsrum och fristående skyddsrum beaktas. I omvärldsanalysen begränsar tillgängligheten på information studiens omfattning. På grund av begränsad möjlighet att få tag på information från Schweiz har studien begränsats till Sverige, Norge och Finland.

## 2. Genomförande

### 2.1 Omvärldsanalys och kunskapssammanställning

Första delen av projektet innefattade en omvärldsanalys och kunskapssammanställning som utgör grundstudien för kommande aktivitetens innehåll och utformning. Denna studie gjordes för att få en bredare förståelse kring hur utformningen av skyddsrum ser ut i andra länder jämfört med Sverige. Arbetsgruppen gjorde inledningsvis en bedömning av vilka länder som anses vara mest intressanta att studera närmre samt vilka länder som ger ut lättillgänglig information kring sina respektive skyddsrumregler. Dessa är förutom Sverige även Finland och Norge. Enligt Bohlin, Blommé & Jacobsson (2022) är Sverige, Finland, Norge och Schweiz länder med ett unikt stort antal skyddsrum och därmed lämpliga länder att studera.

Med stöd från referensgruppen identifierades tidigt i projektet bland annat följande aspekter som intressanta att studera/jämföra för respektive land:

- Kontrollsystem (exempelvis certifieringar, kontrollant, checklistor, arbetssätt etc.)
- Konstruktiv utformning (exempelvis geometri, armeringsutformning, knutpunkter etc.)
- Handböcker (exempelvis gastäthet, splitter, strålningskydd, krav på byggnation etc.)

Studiens omfång begränsades till stor del av den information som enkelt fanns tillgänglig att tillgå för respektive land. Utöver omvärldsanalysen gjordes även en kort litteraturstudie kring prefabricering i allmänhet för att undersöka vilka möjligheter det kan medföra inom byggnation av skyddsrum. Omvärldsanalysen och kunskapssammanställningen redovisas i sin helhet i avsnitt 3.

### 2.2 Enkätstudie

Andra delen av projektet innefattade en enkätstudie som ger möjligheten att nå ut till många personer inom byggbranschen. Med underlag och kunskap från tidigare aktivitet beskriven i avsnitt 2.1 och tillsammans med referensgruppens stöd togs frågor till en enkätstudie fram, vilken sedan, med stöd av referensgruppen, distribuerades till lämpliga personer inom byggbranschen. Enkäten skickas även ut till samtliga kvalificerade skyddsrumssakkunniga i Sverige. Enkätstudien syftar till att få en generell syn kring hur byggbranschen ser på prefabricering inom uppförandet av skyddsrum samt vad prefabricering kan medföra jämfört med platsbyggnation av skyddsrum. Följande aspekter har bedömts vara intressant att inkludera i enkätstudien:

- Arbetsmiljö och säkerhet
- Klimatavtryck och återbrukbarhet
- Konstruktiv utformning
- Ekonomi vid projektering och produktion
- Projekteringstid och produktionstid
- Hantering på byggarbetsplatsen
- Kontrollsystem
- Kvalité på slutprodukt

Enkätstudiens resultat diskuterades med referensgruppen för att hitta och identifiera diskussionsområden som kan ligga till grund för kommande aktiviteter presenterat i avsnitt 2.3. Enkätstudiens resultat och omfång redovisas i avsnitt 4.1.



### **2.3 Workshop och diskussioner/intervjuer**

Sista delen av projektet innefattade en workshop med referensgruppen samt diskussioner/intervjuer med olika verksamma personer inom byggbranschen och myndigheten MSB. Diskussionerna/intervjuerna var uppbyggda som diskussionsmöten där arbetsgruppen och intervjuade personer diskuterade diverse frågeställningar inom ämnet. Målet med aktiviteten var att samla in erfarenheter och synpunkter från hela byggbranschen där både entreprenörer, skyddsrumssakkunniga, prefableverantörer och leverantörer av skyddsrumprodukter inkluderas. Resultatet från workshopen och diskussionerna/intervjuerna redovisas i avsnitt 4.2.

## 3. Omvärldsanalys och kunskapssammanställning

### 3.1 Omvärldsanalys

De länder som behandlas i studien är Sverige, Finland och Norge där studiens huvudfokus är Sverige och Finland. I avsnitt 3.1.1-3.1.3 görs en kort summering om respektive lands regelverk för skyddsrum, en sammanställning och jämförelse mellan länderna i tabellformat ses i avsnitt 3.1.4.

#### 3.1.1 Sverige

Idag finns ungefär 64 000 skyddsrum i Sverige vilket omfattar ungefär sju miljoner skyddsrumspplatser (Bohlin, Blommé, & Jacobsson, 2022). De flesta skyddsrummen befinner sig i en av de 140 skyddsrumstötorter som finns. I Sverige ansvarar Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) om skyddsrummen, det vill säga om behovet av skyddsrummen samt var i landet de ska vara belägna. Vid planering, byggnation, utrustning eller underhåll av ett skyddsrum finns MSB:s handbok *Skyddsrum SR 15* (MSB, 2024) att tillgå. Handboken utgör ett underlag för tillämpning av både de tekniska och administrativa reglerna som finns utgivna genom lagar, förordningar och föreskrifter. Handboken beskriver bland annat skyddsrummets placering och utformning, se Bilaga A.1 för vidare utdrag från *Skyddsrum SR 15*.

Idag tillåter skyddsrumreglerna enbart platsbyggnation av skyddsrum, värt att notera är dock att detta historiskt inte alltid varit fallet. När versionen *Skyddsrum SR 09* (MSB, 2012) gällde godkändes viss prefabricering av skyddsrum. Vid övergång till *Skyddsrum SR 15* togs denna skrivelse och godkännande dock bort. Se Bilaga A.2 för utdrag kring vilken byggmetod (prefabricering/platsgjutning) som var godkänd under de senaste versionerna av skyddsrumreglerna.

#### 3.1.2 Finland

Idag finns ungefär 50 500 skyddsrum i Finland vilket omfattar ungefär 4,8 miljoner skyddsrumspplatser, av dessa skyddsrum är ungefär 85% privatägda och befinner sig invid bostads- och affärsfastigheter (Inrikesministeriet, 2023). I Finland finns skyldigheter enligt lag att uppföra skyddsrum vid byggnation av större byggnader, detta gäller byggnader avsedda för permanentboende med en våningsyta större än 1200 kvm samt för industribyggnaders vars våningsyta är större än 1500 kvm. Detta beskrivs även i *Räddningslagen 29.4.379/2011* (FINLEX, 2011a) vilket är lagen som omfattar skyddsrum i Finland. Syftet med denna lag är att förbättra människornas säkerhet i Finland och minska antalet olyckor. Som komplement till *Räddningslagen* finns förordningen *506/2011* (FINLEX, 2011b) som styr de tekniska kraven på skyddsrummet samt underhåll av diverse anordningar som finns i skyddsrummet. Vidare finns statsrådets förordning om skyddsrum *5.5.2011/408* (FINLEX, 2011c) som också är ett komplement till *Räddningslagen*, förordningen inkluderar bland annat laster som ska användas vid dimensionering av skyddsrum.

I Finland finns det idag olika skyddsrumsklasser som beror på skyddsrummens storlek, de olika klasserna ställer olika krav på exempelvis konstruktiv utformning, laster osv. De olika klasserna heter S1, S2 och Bergrum, de olika förutsättningarna för dessa beskrivs närmre i avsnitt 3.1.4. (Konsti & Ojanperä, 2024)

### 3.1.3 Norge

Idag finns ungefär 20 000 skyddsrum i Norge vilket omfattar ungefär 2,5 miljoner skyddsrumspatser. Av dessa är ungefär 19 000 skyddsrum (ca 2,2 miljoner platser) privata och resterande offentliga (ca 0,3 miljoner platser). Allmänna skyddsrum är till för samtliga personer som befinner sig i det aktuella området där skyddsrummet finns, kommunen äger dessa och ansvarar således för driften och underhållet. Allmänna skyddsrum befinner sig främst i större städer och stadskärnor där större folksamlingar förväntas, exempelvis vid idrottshallar, offentliga byggnader eller parkeringsanläggningar. Privata skyddsrum är till för dem som befinner sig i den aktuella fastigheten, exempelvis i skolor, kontorsbyggnader, bostadsrättsföreningar, butiker och hotell. De privata skyddsrummens storlek anpassas till antalet personer som vanligtvis befinner sig i fastigheten. Till skillnad från allmänna skyddsrum som bekostas av kommunerna bekostas privata skyddsrum av fastighetsägare, likaså gäller ansvaret för skyddsrummets drift, underhåll och iordningställande. Enligt norskt regelverk för skyddsrum är byggherren ansvarig för att upprätta ett skyddsrum om byggnaden är större än 1000 kvadratmeter. (Sivilförsvaret, u.d.)

Samtliga skyddsrum är dimensionerade för att motstå explosionsbelastning, splitterbelastning och byggnadsras medan enbart cirka 75% av dessa är dimensionerade för att motstå farliga gaser (Sivilförsvaret, u.d.). Normen som omfattar uppförandet av skyddsrum i Norge heter *Forskrift m.v. om Tilfluktsrom* och lanserades 1995 (Direktoratet for Sivilt beredskap, 1995).

### 3.1.4 Jämförelse Sverige/Finland/Norge

I följande avsnitt redovisas en jämförelse av skyddsrumreglerna för Sverige, Finland och Norge. Jämförelsen bygger på information hämtade från de skyddsrumregler som gäller för respektive land, se avsnitt 3.1.1 - 3.1.3. Jämförelsen fokuserar på de aspekter som arbetsgruppen och referensgruppen inledningsvis i projektet identifierat som intressanta för studien. I rutor markerade med "-" i dessa tabeller har ingen information hittats. Om inget annat anges hämtas all information i dessa tabeller för respektive land från källor enligt Tabell 1 eller från tidigare avsnitt.

Tabell 1: Gällande regelverk för Sverige, Finland och Norge.

Land	Författningar
Sverige	Skyddsrum SR 15
Finland	Räddningslagen 29.4.379/2011 (FINLEX, 2011a) Förordningen 506/2011 (FINLEX, 2011b) Förordningen 5.5.2011/408 (FINLEX, 2011c)
Norge	Forskrift m.v. om Tilfluktsrom (Direktoratet for Sivilt beredskap, 1995)

I Tabell 2 redovisas information kring skyddsrumbeståndet och befolkningmängden för de olika länderna.

Tabell 2: Skyddsrumbestånd och befolkningsmängd.

	<b>Sverige</b>	<b>Finland</b>	<b>Norge</b>
Antal skyddsrum	64 000 st	50 500 st	20 000 st
Antalet skyddsrumspatser	ca 7 miljoner	ca 4,8 miljoner	ca 2,5 miljoner
Befolkningsmängd	10,6 miljoner*	5,6 miljoner**	5,5 miljoner***
Andel av befolkning som har skyddsrumspatser	66%	86%	46%
Genomsnitt platser/skyddsrum	109,4	86,5	125
lördningställetid	48h	72h	72h

\* (Statistikmyndigheten, 2024)

\*\* (Statistikcentralen, 2024)

\*\*\* (Nordiskt samarbete, 2024)

I Tabell 3 redovisas information kring geometri och utformning av skyddsrum i de olika länderna.

Tabell 3: Geometri och utformning.

	<b>Sverige</b>	<b>Finland</b>	<b>Norge</b>
Rumshöjd	Min 2,1 m (1,9 m lokalt) Max 3,8 m	Min 2,3 m (undantag vid nedstickande kanaler: 2,0 m) Max: -	Min 2,2 m (undantag vid nedstickande kanaler: 2,0 m) Max: -
Antal platser	Min 30 Max 120	S1: min 26, max 180 S2: min, 181, max 1200	Varierar beroende på behov.
Yta per skyddsrumspatser	0,75 m <sup>2</sup>	0,75 m <sup>2</sup>	0,6 m <sup>2</sup>
Area	Bruttoarea max 440 m <sup>2</sup> inkl. omkringliggande byggnad (inom 5m)	Vid byggnation av bostäder: Min 2% av byggnadens sammanlagda våningsyta. Vid byggnation av butik/industri/produktions- och samlingslokaler: min 1% av våningsytan. S1: max 135 m <sup>2</sup> S2: max 900 m <sup>2</sup> Bergrum: max 4500 m <sup>2</sup>	-
Taktjocklek	Utan ovanliggande byggnad i betong: 350 mm Övriga skyddsrum: 300 mm	S1: min 300 mm S2: min 400 mm Bergrum: -	Beror på skyddsrummets placering, generellt gäller nedan (kan reduceras ca 100-150 mm för skyddsrum mindre än 200 m <sup>2</sup> ). Ovan mark: min 400 mm Källarnivå: 400 mm Under källarnivå: 300 mm
Yttervägg	Ej motfylld vägg: min 350 mm Motfylld vägg: min 250 mm Begränsningsvägg mellan två skyddsrum: min 400 mm	S1: min 300 mm S2: min 400 mm Bergrum: min 800 mm (begränsningsväggar som i en bergtunnel)	Beror på skyddsrummets placering. Ovan mark: min 400 mm Källarnivå: min 300 mm Under källarnivå: 200 mm

I Tabell 4 redovisas information kring den konstruktiva utformningen av skyddsrum i de olika länderna.

Tabell 4: Konstruktiv utformning.

	<b>Sverige</b>	<b>Finland</b>	<b>Norge</b>
Betong	min C25/30 max C50/60	min C25/30	min C25/30
Armeringsmängd	min 0,14%	min 0,17%	-
Armeringsdimension	Min 10 mm	Min 8 mm Max 20 mm	-
Armeringskvalitet	K-500C (svetsad armering tillåts ej)	Skyddsrumreglerna ställer inga specifika krav (svetsad armering tillåts)*	B500NB
Max s-avstånd arm.	s200	Inre s150 Yttre s300	s150
Täckskikt	Max 50 mm (insida)	-	Enligt standard NS 3473, dock min 40 mm för utsida
Max sprickbredder	Max 0,40 mm i bruk	-	-

\* Enligt intervju med Rakennusbetoni ja Elementti Oy (Konsti & Ojanperä, 2024): armering av klass B används, detta är en betydligt sprödare variant än klass C som används i Sverige.

I Tabell 5 redovisas information kring laster för skyddsrum i de olika länderna.

Tabell 5: Laster och dimensionering.

	<b>Sverige</b>	<b>Finland</b>	<b>Norge</b>
Vapenlast	Min 50 kN/m <sup>2</sup>	S1: 100 kN/m <sup>2</sup> S2: 200 kN/m <sup>2</sup> Bergrum: 300 kN/m <sup>2</sup>	Takplatta: 40 kN/m <sup>2</sup> Vägg ovan mark: 225 kN/m <sup>2</sup> Vägg under mark: 15-46 kN/m <sup>2</sup>
Beaktas raslast?	Ja	Nej, enbart för nödutrymningsvägar 25 kN/m <sup>2</sup>	Ja

I Tabell 6 redovisas information kring utformningen av kontrollsystem och certifieringssystem för skyddsrum i de olika länderna.

Tabell 6: Kontrollsystem och certifieringar.

	<b>Sverige</b>	<b>Finland</b>	<b>Norge</b>
Övergripande certifieringssystem	Ingående skyddsrumprodukter som används i skyddsrummen ska certifieras av ett ackrediterat certifieringsorgan. MSB certifierar kontrollanterna (skyddsrumssakkunniga) som utför kontroller.	Vid prefabricering inom uppförandet av skyddsrum certifieras betongelementen i fabrik (tredjepartsgranskning - KIWA Inspecta Oy). Ingående skyddsrumskomponenter som används i skyddsrummen ska certifieras i enlighet med ISO eller Eurofins.*	**

Övergripande kontrollsystem	Kontrollanterna inspekterar och kontrollerar skyddsrummen i enlighet med gällande skyddsrumregler SR 15.	Externa kontroller i samband med uppförandet av skyddsrum görs vanligtvis vid framtagning av bygghandlingar samt vid färdigbyggt skyddsrum (helhetskontroll).*	**
-----------------------------	--	--	----

\* Källa: Intervju med Rakennusbetoni ja Elementti Oy (Konsti & Ojanperä, 2024).

\*\* På grund av begränsad tidsåtgång och prioriteringar görs ingen vidare studie av certifieringssystem och kontrollsystem för Norge.

## 3.2 Prefabricering

I avsnitt 3.2.1 görs en kortare litteraturstudie kring prefabricering i allmänhet för att öka förståelsen inför kommande avsnitt. I avsnitt 3.2.2 redovisas två exempel på skyddsrumskoncept där prefabricering används.

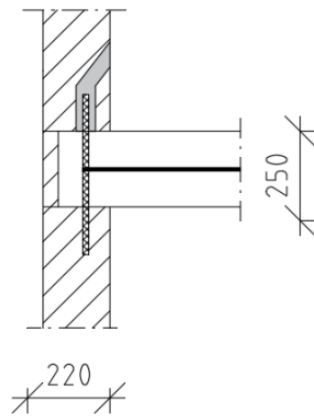
### 3.2.1 Prefabricering i allmänhet

Vid byggnation med betong finns det två huvudsakliga produktionssätt; platsgjutning och prefabricering. Vid prefabricering förtillverkas element, exempelvis väggar och bjälklag, i fabrik för att i ett senare skede fraktas till arbetsplatsen där de monteras ihop. Vid byggnation är det inte ovanligt att en kombination av platsgjutet och prefabricering används. (Svensk Betong, 2024)

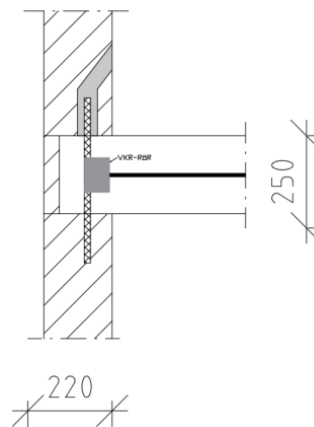
Osbäck (2021) menar att prefabricering medför en längre projekteringstid men att byggskedet kan kortas ner och effektiviseras jämfört med traditionell platsgjutning. Osbäck menar även att prefabricering kan medföra arbetsmiljöfördelar eftersom produktionen sker i en industrilokal som är anpassad för ändamålet. Sådana lokaler är utrustade med rätt maskiner och ergonomin är bättre samtidigt som väderförhållanden inte påverkar arbetet. Osbäck (2021) menar även att platsgjutning av betong ställer högre krav på noggrannhet och planering vid utförandet jämfört vid tillverkning i fabrik. Industrialiseringen som prefabricering medför innebär även mindre spill av både betong och formvirke eftersom ett standardiserat produktionssätt används i tillverkningen. Vidare är även återanvändning av formar vanligt vid prefabricering.

En annan fördel med prefabricering som Osbäck (2021) lyfter är att kvalitetskontroller är enklare att utföra i fabrik jämfört med ute på en byggarbetsplats vid platsbyggnation. När elementen är kvalitetstestade i fabriken skickas de till arbetsplatsen godkända för montage. Å andra sidan kan prefabricering medföra kostsamma åtgärder om elementen blivit feltillverkade. Bidragande orsaker till detta kan vara att fel mätningar eller felaktig projektering av elementen leder till större negativa konsekvenser. En fördel vid platsbyggnation jämfört med prefabricering är att platsbyggnation medför en mer tät och homogen konstruktion. Detta kan innebära högre kvalitet och även bättre anpassningsmöjligheter på plats vid användning av platsbyggnation.

Berntsson och Björksund (2017) menar att den mest kritiska delen för prefabricerade stommar är kopplingen mellan elementen. Det finns olika förankringsmetoder vid koppling mellan element, vid exempelvis koppling mellan vägg och bjälklag är vanliga metoder förankring genom vajrar, byglar eller VKR-rör. Se Figur 1 och Figur 2 för exempelkopplingar mellan ett bjälklag och två väggar för två olika våningar, bulten som är fäst i bjälklaget förankras mot både övre och nedre väggen. Nedre väggen har i exemplet ett ingjutet skruvfäste och övre väggen har ett förborrat hål som gjuts igen efter montage. Till bulten monteras en förankringsprodukt i bjälklaget, denna utgörs av vajrar, byglar eller VKR-rör enligt figurer.



Figur 1: Exempelkoppling mellan bjälklag och väggar med en förankringsprodukt bestående av vajer eller bygel. Vajer/bygel illustreras som horisontell svart linje. (Berntsson & Björksund, 2017)



Figur 2: Exempelkoppling mellan bjälklag och väggar med en förankringsprodukt bestående av VKR-rör kopplad till ett stålrör in i bjälklaget. VKR-rör illustreras som grå kvadrat och stålrör är illustrerat som horisontell svart linje. (Berntsson & Björksund, 2017)

### 3.2.2 Prefabricerade skyddsrum

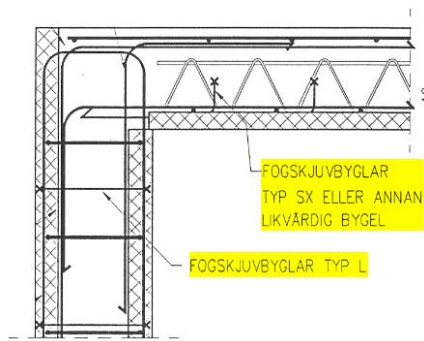
I följande avsnitt redovisas utdrag från två skyddsrumskoncept där prefabricering används/har använts.

#### 3.2.2.1 Svenskt koncept – Preconform, Heidelberg Materials

Fullständig redovisning enligt Bilaga B.1.

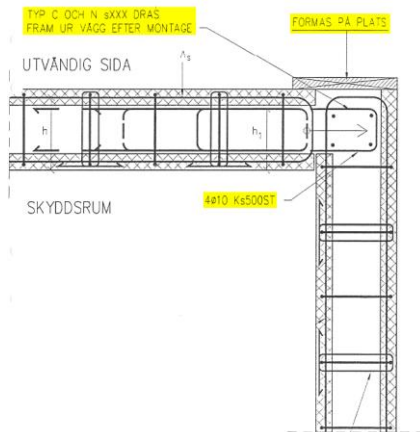
*Preconform* är ett tidigare godkänt prefabricerat skyddsrumskoncept som använts i Sverige. Konceptet tillhör Heidelberg Materials och godkändes 1 juli 1995. När skyddsrumreglerna *Skyddsrum SR 15* trädde i kraft upphörde dock godkännandet.

Prefabkonceptet *Preconform* bygger på ett system med väggar av skalelement och takplatta av plattbärlag. Vid tillverkning av skalelementen i fabrik gjuts elementens armeringsnät in i skalelementen (insida och utsida), detta säkerställer korrekt täcksikt. Efter montage på arbetsplatsen av både prefabricerade element och kompletterande armering igjuts elementen för att skapa en homogen och robust konstruktion. För att skapa samverkan mellan den prefabricerade betongen och den platsgjutna betongen används skjuvarmering som gjuts fast i skalelementen i fabrik, denna armering dimensioneras för hela skjuvkraften mellan betongerna.

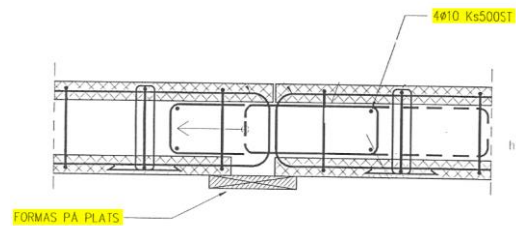


Figur 3: Fogskjuvbyglar i vägg och bjälklag (Detalj S1-1, Bilaga B.1).

För att möjliggöra montage av skalelement utan att utstickande armering från element är i vägen vid montage används C-byglar som efter montage av element fälls ut manuellt, denna armering låses fast genom kompletterande vertikala A-järn. En del av skalelementet är öppet för att möjliggöra att C-järnen kan fällas ut på plats, detta hål formas lokalt på arbetsplatsen innan elementen gjuts samman. Skalelement fungerar som form för den platsgjutna betongen.

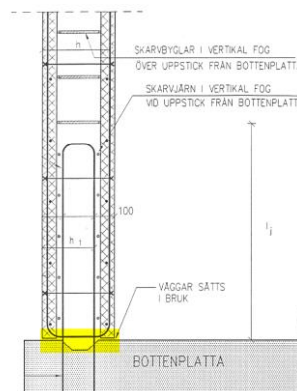


Figur 4: C- och A-järn i hörnkoppling (Detalj S1-3, Bilaga B.1)



Figur 5: C- och A-järn i vertikal fog mellan två väggelement (Detalj S1-4, Bilaga B.1).

Urtag görs i bottenplattan för att skapa samverkan mellan vägg och bottenplatta. Vid montage sticker fastgjutna L-byglar upp från bottenplattan, skalelementen lyfts in i position vertikalt. För att möjliggöra att element kan lyftas in vertikalt används lösningen med utfällbara C-järn redovisade i Figur 4.



Figur 6: Koppling vägg/bottenplatta (Detalj S1-2, Bilaga B.1).

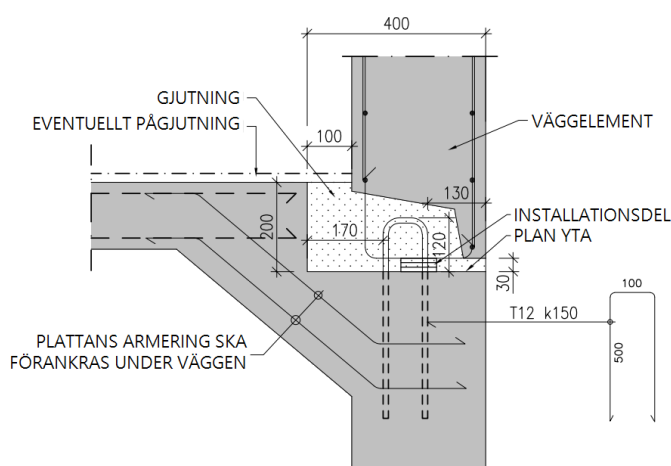


Värt att notera är att det finns en del likheter med armeringslösningen i kopplingarna mellan elementen i detta koncept och dagens gällande skyddsrumregler, se godkända armeringslösningar i hörn för dagens gällande skyddsrumregler i Bilaga A.1.

### 3.2.2.2 Finskt koncept – Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy

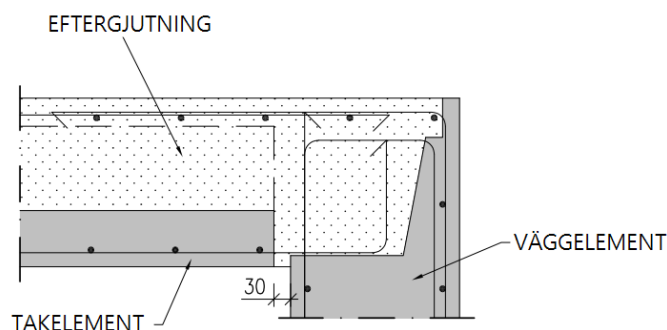
I följande avsnitt beskrivs den finska leverantören Rakennusbetoni-Ja Elementti Oys koncept för prefabricerade skyddsrum övergripande. Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy är idag största leverantören av prefabricerade skyddsrum i Finland och levererar ungefär 80-90% av alla prefabricerade skyddsrum som byggs årligen. Samtlig information som återfinns i detta avsnitt hämtas från leverantörens hemsida (Rakennusbetoni-ja Elementti Oy, 2024). Övrig information kring exempelvis vilka elementtyper som används framgår i Bilaga E.1.

Koppling mellan väggelement och bottenplatta ses i Figur 7. Urtag görs i bottenplattan där uppstickande C-järn ansluts mot C-järn i botten av väggelement. Vid montage igjuts hålutrymme för att sammankoppla väggelementen med bottenplattan.



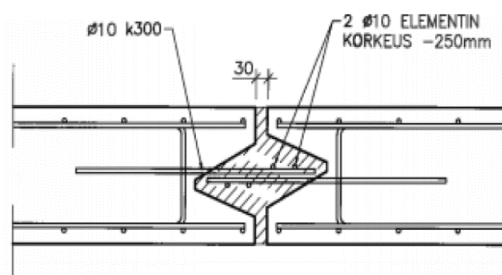
Figur 7: Detalj över koppling vägg/bottenplatta, urtag görs i plattan innan montage av väggelement (text i detalj är manuellt översatt till svenska). (Rakennusbetoni-ja Elementti Oy, 2024)

Koppling mellan takelement och väggelement ses i Figur 8. Stämp används för att hålla takplattan på plats vid montage av armering i anslutning mellan element. När takplattan och all armering är monterad igjuts bjälklaget för att sammankoppla vägg och takplatta.



Figur 8: Detalj över koppling vägg/takelement, uppstickande armeringsjärn från väggelement bockas ner över takelement (text i detalj är manuellt översatt till svenska). (Rakennusbetoni-ja Elementti Oy, 2024)

Koppling mellan två väggelement ses i Figur 9. Utstickande armering från väggelement ansluts vid montage och utrymme igjuts för sammankoppling av element.



Figur 9: Koppling vägg/vägg (text i detalj är översatt till svenska). (Rakennusbetoni-ja Elementti Oy, 2024)

## 4. Utvärdering av möjlighet att prefabricera skyddsrum i Sverige

### 4.1 Enkätstudie

I detta avsnitt redovisas anmärkningsvärda utdrag från enkätstudien, fullständigt resultat och sammanställning ges i Bilaga C. Enkäten besvarades av totalt 69 personer från byggbranschen där 65% någon gång varit involverad i ett projekt som innefattar ett skyddsrum. En stor majoritet (88%) har minst 6 års erfarenhet av byggbranschen, varav ungefär hälften av alla har minst 16 års erfarenhet. Värt att notera är att majoriteten av alla som svarat är skyddsrumssakkunniga, av dessa har nästan alla svarat att de också är konstruktörer. Ungefär 20% av samtliga svarande är entreprenörer.

Resultat värt att nämna är att övervägande del tror att arbetsmiljön kommer förbättras vid prefabricering jämfört med platsbyggnation av skyddsrum, se utdrag av resultat i Tabell 7.

Tabell 7: Utdrag av resultat från enkätstudie: arbetsmiljö.

	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsikt
Arbetsmiljö vid byggproduktion	1%	1%	9%	51%	36%	1%

Vidare visar resultatet framförallt möjligheter till mindre materialspill, men även förväntningar på ett lägre klimatavtryck och möjligheter till återbrukbarhet, se utdrag av resultat i Tabell 8.

Tabell 8: Utdrag av resultat från enkätstudie: klimatavtryck, återbrukbarhet & materialspill.

	Mycket lägre	Lägre	Neutral	Högre	Mycket högre	Ingen uppfattning/åsikt
Klimatavtryck	0%	44%	41%	6%	1%	9%
	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsikt
Återbrukbarhet	0%	4%	42%	25%	15%	15%
	Mycket mindre	Mindre	Neutral	Mer	Mycket mer	Ingen uppfattning/åsikt
Materialspill	17%	64%	17%	0%	0%	1%

Vidare visar resultatet avseende projektering tendenser på att de svarande förväntar sig lägre projekteringskostnader medan projekteringstiden sammantaget uppskattas vara ungefär oförändrad. Värt att notera är att 40% av de svarande har lagt en neutral röst i dessa frågor, vilket indikerar/antyder att en stor andel tror på oförändrade kostnader och totaltid, se utdrag av resultat i Tabell 9.

Tabell 9: Utdrag av resultat från enkätstudie: projekteringskostnad & projekteringstid.

	Mycket lägre	Lägre	Neutral	Högre	Mycket högre	Ingen uppfattning/åsikt
Projekteringskostnad	3%	35%	41%	17%	1%	3%
	Mycket kortare	Kortare	Neutral	Längre	Mycket längre	Ingen uppfattning/åsikt
Projekteringstid	4%	23%	44%	26%	1%	1%

Resultatet avseende byggproduktionen visar tydliga förväntningar på kortad produktionstid och lägre produktionskostnader. Vidare visar enkätstudien att en minskad hantering på arbetsplatsen samt förenklad planering av inköp förväntas, vilket rimligtvis är förknippade med den totala produktionstiden och produktionskostnaderna, se utdrag av resultat i Tabell 10.

Tabell 10: Utdrag av resultat från enkätstudie: produktionskostnad, produktionstid, hantering på arbetsplatsen & planering av inköp.

	Mycket lägre	Lägre	Neutral	Högre	Mycket högre	Ingen uppfattning/åsikt
Produktionskostnad	3%	61%	26%	6%	0%	4%
	Mycket kortare	Kortare	Neutral	Längre	Mycket längre	Ingen uppfattning/åsikt
Produktionstid	26%	65%	7%	1%	0%	0%
	Mycket mindre	Mindre	Neutral	Mer	Mycket mer	Ingen uppfattning/åsikt
Hantering på arbetsplatsen	12%	57%	17%	6%	1%	7%
	Förenklar	Neutral	Försvårar	Ingen uppfattning/åsikt		
Planering av inköp	38%	44%	7%	12%		

På andra sidan visar resultatet från enkäten att prefabricerade skyddsrum tros innebära en försämrad robusthet, här har 48% svarat att de tror att robustheten försämras. Resultatet visar även att majoriteten tror att flexibiliteten i utformningen blir sämre vid prefabricering, 55% av svarande tror att flexibiliteten blir sämre/mycket sämre medan 20% tror att flexibiliteten blir bättre/mycket bättre, se utdrag av resultat i Tabell 11.

Tabell 11: Utdrag av resultat från enkätstudie: skyddsrummets robusthet och flexibilitet i utformningen.

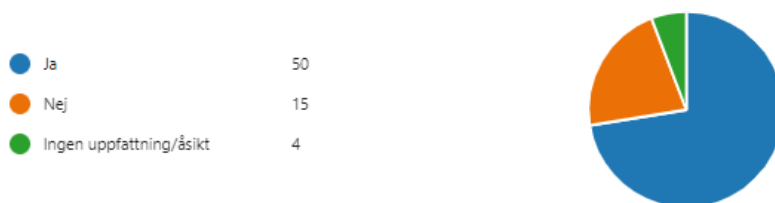
	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsikt
Skyddsrummets robusthet	12%	36%	36%	7%	1%	7%
Flexibilitet i utformningen	7%	48%	23%	19%	1%	1%

Resultatet från enkäten visar en stor spridning i svaren som berör kontrollsystemet, här har en stor andel svarat neutralt och en jämn fördelning på förenklar/försvårar. En möjlig anledning till detta resultat kan vara att svarande har svårt att få en uppfattning kring hur kontrollsystemet för prefabricering skulle kunna se ut. Vidare visade resultatet en jämn spridning i resultaten vad gäller kvalitet på slutprodukten, utöver dem som ställde sig neutrala i frågan svarade hälften att kvalitén kommer bli bättre och hälften att den kommer bli sämre. Efter återkoppling från svarande framgick det att vissa hade svårt att tolka vad som menades med kvalitet, detta framgår även i vissa kommentarer under fråga 10. För att detta resultat ska vara mer representativt bör frågan förtydligas, se utdrag av resultat i Tabell 12.

Tabell 12: Utdrag av resultat från enkätstudie: kontrollsystem för projektering, kontrollsystem vid tillverkning/byggproduktion och kvalitet på slutprodukt.

	Förenklar	Neutral	Försvårar	Ingen uppfattning/åsikt		
Kontrollsystem för projektering	17%	59%	16%	7%		
Kontrollsystem vid tillverkning/byggproduktion	28%	36%	30%	6%		
	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsikt
Kvalité på slutprodukt	6%	19%	42%	20%	7%	6%

Av samtliga svarande tycker **72%** (50 personer) att prefabricering av skyddsrum är ett bra alternativ till dagens tillåtna byggsystem (platsgjutning), se utdrag av resultat i Figur 10.



Figur 10: Utdrag av resultat från enkätstudie: antalet personer som tycker prefabricering av skyddsrum är ett bra alternativ till platsbyggnation av skyddsrum.

Utöver resultaten från frågorna 1 – 9 analyseras även motiveringsvaren i fråga 10. I Tabell 13 redovisas utdrag från motiveringsvaren i fråga 10, fullständiga kommentarer enligt Bilaga C.

Tabell 13: Utdrag motiveringsvar fråga 10, enkätstudie.

<b>Kopplingar mellan element</b>	
<b>ID</b>	<b>Kommentar</b>
3	Om prefab ska kunna användas för skyddsrum så blir hörn och anslutning mellan golv, vägg och tak avgörande.
16	Jag tror att anslutningspunkter mellan olika prefab-element är den största utmaningen att lösa med hänsyn till bärigheten och tätheten.
18	Problematiken med anslutningar mellan bottenbjälklag och väggar är en stötesten. Det skulle även vara möjligt att flytta skyddsrum från ett ställe till ett annat efter behov förutsatt att man kan utveckla godtagbara lösningar för anslutningar. Det finns som jag ser det goda möjligheter om man släpper låsningen till dagens byggande av skyddsrum.
23	Mina tankar går oavkortat till fog mellan element, hur den kan utföras på ett gastätt sätt samt motstå vapenlast.
31	Kopplingar mellan element, tex mellan vägg och tak får specialutformas om man inte kör med platsgjuten ihopkoppling för att uppfylla krav i SR24 ( <u>Arbetsgruppens notering</u> : SR24 drogs tillbaka och benämns nu som SR15)
<b>Motståndsförmåga (robusthet, seghet och gastäthet)</b>	
<b>ID</b>	<b>Kommentar</b>
6	Prefab/halvprefab är möjligt men hade troligen resulterat i ett skyddsrum med sämre motståndsförmåga och täthet.
8	Prefabricering av skyddsrum är ett sämre alternativt då det är svårt att få till samma robusthet/seghet samt täthet som vid en platsgjuten produkt.
24	För 25 år sedan var jag med och konstruerade Abetongs typgodkända skyddsrum med skalvägg och plattbärlag de gick ju att armera ihop så att ett relativt segt brott kunde uppnås, med helprefab tror jag det kan bli svårare att uppfylla dagens krav i SR på seghet och täthet.
29	Jag tror prefab kan förenkla projektering och produktion, men frågan är nog snarare hur man säkerställer lastkapacitet och tex strålningstäthet.
31	Väggar och tak skall vara gastätt och behöver troligen utföras som hybrid där de prefabricerade delarna gjuts ihop på plats.
34	Gastätheten äventyras.
40	Svårt att få robusthet jämfört med platsgjutning av Skyddsrum.
43	Helprefabricerade skyddsrum känns inte som en bra lösning med avseende på robusthet, men skalväggar och plattbärlag kanske hade kunnat utgöra en viss förenkling och ett snabbare utförande.

59	Det är robustheten jag är osäker på. T.ex. gastätheten efter några smällar. D.v.s. håller det samman lika bra som platsgjutet.
60	... man har nog möjlighet att uppnå samma robusthet och styrka med prefabalternativet. Prefabtekniken har utvecklats betydligt.
<b>Effektivisering</b>	
<b>ID</b>	<b>Kommentar</b>
10	Jag anser att möjlighet till prefabricering av skyddsrum kan bidra till att underlätta för de flesta aktörer i byggbranschen då det är en komplex egenskap hos en byggnad som ska integreras i övrig byggnation. Tillåtelse att bygga med prefabricerade element borde kunna möjliggöra andra lösningar för civilt fysiskt skydd och på kortare tid.
18	Förutsättning för ett lyckat utfall av prefabricerade skyddsrum är om man kan undvika platsgjutningar och hitta andra skarvmeter. Då kan hela proceduren bli mycket effektivare än dagens platsbyggda skyddsrum. Det krävs dock ett visst nytänk konstruktivt sett.
31	Vidare skulle man kunna ha "standardskyddsrum" där aktuell byggnad istället får anpassa sig till skyddsrummets utformning, detta skulle göra det både rationellt och ekonomiskt.
55	Om man kan få fram en "typbyggnad" så borde man kunna få en rationell/snabbare projektering och produktion än platsgjutning.
65	Prefabricering kan nyttjas för standardformer av skyddsrum där tror jag det kan finnas vinning i tid, kostnad och miljö. Men vid mer komplicerad geometri tror jag inte att prefabricerade bärande element är ett vinnande koncept.
68	Jag tror att med dagens material och ihop dockningar av väggar skulle man kunna förenkla väggarna genom att man bara gjuter ihop skarvlängderna på armeringen och få ett snabbare och mera kostnadseffektivt montage.
<b>Kontrollsystem</b>	
<b>ID</b>	<b>Kommentar</b>
2	Mer kontroll på prefabelement
28	Prefabricering av skyddsrum kommer ställa högre krav på kontrollsystem och kontroll utförd av skyddsrumssakkunnig på fabrik jämfört med platsgjutning. Det finns stor risk att slentrian infinner sig vid upprepade tillverkning av prefabricerade element jämfört med unik tillverkning av skyddsrum på arbetsplats vilket kommer kräva noggrannare kontroller av sakkunnig. Den sakkunnige bör också vara tredje part som upphandlas av byggherre eller byggtreprenör och inte någon som tillhandahålls/betalas av prefabtilverknaren för att minska risk för slentrian vid kontroll och frågetecken om jäv.
41	Spontant ser jag fler problem än lösningar med prefabricerade skyddsrum. Som exempel skulle en kvalificerad sakkunnig behöva närvara för kontroll i samband med gjutning av element, närvara på byggarbetsplatsen för att kontrollera montage och verifiera kopplingar samt att inget skadats under transport etc etc.
<b>Övrigt</b>	
<b>ID</b>	<b>Kommentar</b>
7	Vissa typer av skyddsrum lämpar sig sannolikt mycket väl att prefabriceras än andra. Exempelvis ett fristående skyddsrum ovan jord.
28	Fördelen med prefabtilverkning är förutom arbetsmiljö är möjlighet till ökad kontroll vid ingjutning och enklare ingjutning av ingjutningsgods och karmar med minskad risk för slagning mm då väggar kan gjutas liggande istället för stående.
31	Grundläggningen går nog inte att utföra i prefab. Väggar och tak skall vara gastätt och behöver troligen utföras som hybrid där de prefabricerade delarna gjuts ihop på plats. Men man skulle

	nog med fördel kunna ha prefabricerade delar tex hörnelement, väggelement med skr.dörr, element med reservutgång mm. Ingjutningsgods för skyddsrum behöver nog tyvärr anpassas efter varje enskilt skyddsrum.
48	De absolut största fördelarna jag ser med prefabricerade element är förbättrad arbetsmiljö och kortare produktionstid.
68	Med prefabricerade väggar kommer man även att kunna styra täcksiktets noggrannhet mera än på traditionell gjutning då man inte får samma krafter när betongen släpps ner i väggarna.

## 4.2 Workshop och diskussioner/intervjuer

### 4.2.1 Workshop

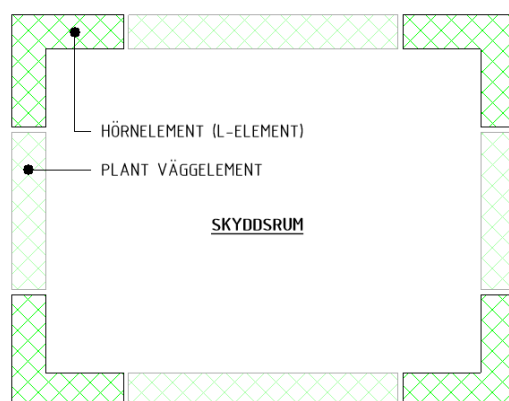
Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga D.

#### Kontrollsystem

Kontrollsystemet bedöms vara en viktig del för att hitta en väg framåt med prefabricerade skyddsrum i Sverige. I dagens skyddsrumregler ställs omfattande krav på kontroller på byggarbetsplatsen, vilket bland annat hanteras med, av MSB, framtagna checklistor. Flera av kontrollerna kommer vid prefabricering av skyddsrum flyttas från byggarbetsplatsen till tillverkningsprocessen i fabriken. Förslagsvis behövs en kontrollant i fabriken vid tillverkningen av element samt en kontrollant på byggarbetsplatsen vid montaget. Fabrikskontrollanten ansvarar för kontrollerna av elementen i fabrik enligt gällande skyddsrumregler vilket exempelvis innefattar kontroll av täcksikt före gjutning, armeringsutförande, kontroll av placering av ingjutningsgods etc. Fabrikskontrollanten kan förslagsvis vara en anställd skyddsrumssakkunnig alternativt en extern skyddsrumssakkunnig (tredje part) som anlitas vid kontroller av element. Efter tillverkning av elementen överlämnar tillverkaren ett kontrollerat system med en montagebeskrivning för byggentreprenören. På byggarbetsplatsen utförs resterande kontroller i enlighet med gällande skyddsrumregler, detta kan exempelvis innefatta kontroll av armering vid sammanfogning av element samt en kontroll av skyddsrummets helhet.

#### Konstruktiv utformning

Det finns olika typer av väggelement som bör kunna appliceras inom prefabricering av skyddsrum. Exempel på element är L-formade massiva element, plana massiva element och skalväggar. L-formade element innebär att inga skarvar uppstår i hörnen av skyddsrummen, dessa skarvar förskjuts och hanteras istället i plana väggsnitt utanför hörnen, se Figur 11. Vid tillverkning av L-formade element kan denna typ av element dock vara krångliga att hantera eftersom element vanligtvis gjuts och transporteras liggandes. Vidare kan denna typ av element även innebära svårare hantering på byggarbetsplatsen. Till skillnad från L-formade element kan plana element vara mer lätthanterliga under transport och på byggarbetsplatsen, vid användning av denna typ av element behöver vägghörn och vertikala väggfogar gjutas ihop på byggarbetsplatsen. Prefabricering av massiva element för skyddsrum innebära tunga element på grund av krav på stor tjocklek, detta innebär att om ett element får väga maximalt 15 ton kan elementet exempelvis ha dimensionen 7x2,4x0,35m.

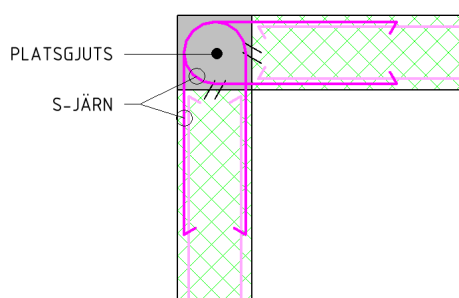


Figur 11: Illustration över ett skyddsrum (planvy) med L-formade hörnelement (Källa: workshop med referensgruppen).

Skalväggar är en halvprefab lösning vilket innebär att skalelementet gjuts i fabriken och transporteras till byggarbetsplatsen där elementen igjuts för att skapa en homogen sammanhängande konstruktion (likt Heidelberg Materials tidigare godkända system, se avsnitt 3.2.2.1). Jämfört med plana massiva element är det lättare vilket kan innebära en enklare hantering på byggarbetsplatsen. Likt övriga prefabricerade element innebär skalelement att täcksiktet för armeringen är enklare att kontrollera och säkerställas vara korrekta jämfört med platsgjutning. Jämfört med övriga prefabricerade alternativ som nämns ovan innebär skalelement dock mer gjutning på byggarbetsplatsen.

På liknande sätt som det finns olika väggelementtyper finns det även olika takelementtyper, till exempel plattbärlag och plana massiva element. Plattbärlag är en halvprefablösning som innebär viss gjutning i fabrik och resterande på byggarbetsplatsen. Plana massiva element brukar ha elementbredder runt 2,4m vilket kan innebära flertal skarvar i ett takbjälklag för ett skyddsrum. Vid användning av plana massiva element kan det vara fördelaktigt att, om möjligt, använda större bredder än detta för att minska antalet skarvar och gjutningar på plats.

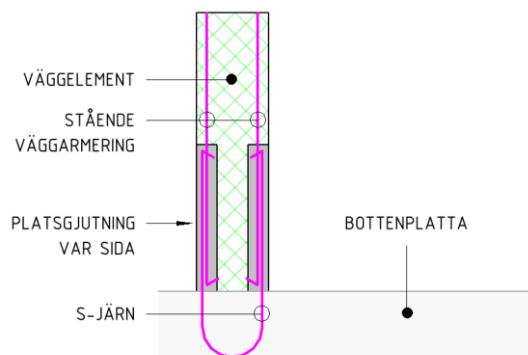
En av de största utmaningarna i utformningen av prefabricerade skyddsrum bedöms vara sammanfogningen av element. Gjutfogar mellan elementen innebär en potentiell lokal försvagning som är mer sprickbenägen än elementen i sig, detta kan medföra risk för otätheter. För att minimera otätheterna kan förslagsvis olika typer av tätning nyttjas. För att uppnå föreskrivet armeringsutförande för hörn (momentstyv infästning) i skyddsrumslösningarna måste platsgjutning nyttjas i skarvar mellan elementen. Ett förslag på utformning i hörn mellan två väggelement eller mellan en vägg och ett bjälklag visas i Figur 12. Detta förslag innebär platsgjutning i hörnet samt att väggelementen lyfts in horisontellt för förhållande till varandra för att undvika krock mellan S-byglar.



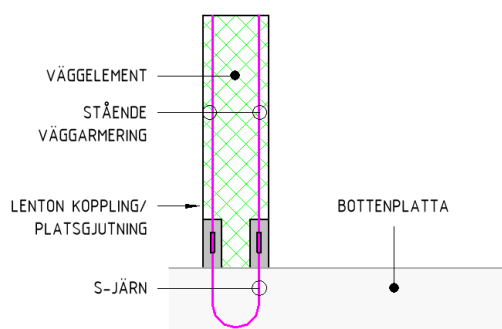
Figur 12: Schematisk illustration över koppling vägg/vägg eller vägg/bjälklag. Prefabricerade element har ingjutna S-byglar, för att sammanfoga elementen platsgjuts kopplingen mellan elementen. Vid montage bör elementen lyftas in horisontellt för att S-byglar inte ska vara i vägen. (omritad skiss från workshop, Bilaga D)



Exempel på en koppling mellan en vägg och bottenplatta ges i Figur 13 och Figur 14. För detta utförande bör väggelementet lyftas på plats vertikalt uppifrån på grund av uppstickande armering i bottenplattan.



Figur 13: Schematisk illustration över koppling bottenplatta/vägg. Prefabricerat element har ursparing på var sida i underkant där fastgjuten S-bygel från bottenplattan ansluter mot väggarmering, kopplingen platsgjuts för fast inspänning mellan elementen. Vid montage bör väggelementet lyftas in vertikalt för att uppstickande S-bygel inte ska vara i vägen, alternativt kan ena skänkeln till S-bygeln bockas ner för att möjliggöra horisontellt montage. (omritad skiss från workshop, Bilaga D).



Figur 14: Schematisk illustration över koppling bottenplatta/vägg. Prefabricerat element har ursparing på var sida i underkant där fastgjuten S-bygel från bottenplattan ansluter mot väggarmering. Kopplingen mellan armeringarna består av en mekanisk skarv vilket ställer höga krav på precision, kopplingen platsgjuts för fast inspänning mellan elementen. Vid montage bör väggelementet lyftas in vertikalt. (omritad skiss från workshop, Bilaga D).

## För- och nackdelar

Bedömda fördelar vid prefabricering av skyddsrum jämfört med platsbyggnation av skyddsrum är en kortare produktionstid och lägre produktionskostnad samtidigt som produktionen blir mindre väderkänslig. Vidare bedöms prefabricering kunna innebära färre kontroller samt ett uppdelat kontrollsystem (kontroll i fabrik och på byggarbetsplats), vilket kan medföra en effektivare byggprocess. Vidare bör prefabricering bidra till en förenklad hantering i produktionsskedet samt en bättre arbetsmiljö i projekten.

I Sverige byggs det idag få skyddsrum och konstruktioner av liknande komplexitet inom husbyggnation, vilket innebär en bristfällig erfarenhet i denna typ av konstruktioner. För att skapa en god slutprodukt för skyddsrummen ställs höga krav på tydliga armeringsdetaljer och beskrivningar av utförandet. Detta kan medföra en ökad risk för mänskliga fel. Vid prefabricering av element är arbetet dock mer repetitivt, vilket bör kunna minska risken för detta (fabrikspersonal blir specialister på skyddsrum tack vare repetitivt arbete). Upplevda problem som inte alltför sällan uppstår vid byggnation av skyddsrum idag är exempelvis felmontage av dörrar/skyddsrumprodukter samt felaktiga täckskikt. Armeringslösningar invid

ingjutningsgods är ofta svåra att få till. Genom att skapa en mer standardiserad tillverkning bedöms problem av denna karaktär dock kunna minska.

#### **4.2.2 Diskussion/intervju – Finsk prefableverantör**

Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga E.1.

Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy är en finsk prefableverantör av skyddsrum och har idag ungefär 80-90% av den totala marknaden för prefabricerade skyddsrum i Finland. Byggandet/ användandet av prefabricerade skyddsrum godkändes på 90-talet för att Finland ville skala upp produktionen av skyddsrum i landet. Som visas i avsnitt 3.1.4, skiljer sig skyddsrumslagena för Finland och Sverige, exempelvis finns i Finland inga krav på momentstyva kopplingar mellan bottenplattan och väggarna. Finlands regelverk bygger inte heller på någon specifik beräkningsmetodik för skyddsrum som i Sverige, här nyttjas istället Eurokod vid dimensionering.

##### **Arbetsätt**

Prefableverantörens koncept bygger på att de tar fram helhetslösningar för skyddsrum som inkluderar dimensionering, tillverkning och certifiering av element samt montage av hela skyddsrummet på byggarbetsplatsen. Montaget inkluderar även gjutning av takbjälklaget (plattbärlag) för att säkerställa tillräcklig gastäthet för skyddsrummet. Efter färdigställt skyddsrum, utför prefableverantören även vanligtvis täthetstestet för att verifiera att tillräcklig gastäthet uppfylls. I undantagsfall kan entreprenören utföra montaget och då kan prefableverantören utföra täthetstestet men prefableverantören står då inte ansvarig för om gastätheten inte uppfyller ställda krav.

Jämfört med prefabbygge innebär platsbyggnation ofta att det är många parter inblandade, exempelvis leverantör av betong, armering och skyddsrum produkter, vilket innebär en mer komplex hantering för entreprenören.

Vidare, menar prefableverantören, att prefabricering ger en bättre kvalitet eftersom elementen tillverkas i fabrik där det exempelvis är ett bättre klimat och högre precision genom robotisering. För arbetarna på fabriken är det ett repetitivt arbetsätt, vilket kan jämföras med en vanlig entreprenör som normalt har en begränsad eller ingen erfarenhet av ett platsgjutet skyddsrum. Exempelvis anses det vara enklare att få till korrekta håltagningar i fabriken samt vinkelräta hörn mellan två anslutande väggdelar. I fabriken, menar prefableverantören, att personerna som tillverkar elementen specialister på skyddsrum, något som minskar risken för fel.

##### **Kontrollsystem**

I Finland finns inget motsvarande system för skyddsrum med skyddsrumssakkunniga eller framtagna checklistor, på det sätt som finns i Sverige. I Finland görs istället externa kontroller i samband med uppförandet av skyddsrum vanligtvis vid framtagning av bygghandlingar och vid färdigbyggt skyddsrum. Kontrollen vid färdigställt skyddsrum görs av en brandingenjör där exempelvis dokumentation för täthetstest kontrolleras och kontroll av att nödmaterial finns förvarat i skyddsrummet. Gastäthetstestet återupprepas varje 10 år för att säkerställa tillräcklig gastäthet över tid. Utöver dessa kontroller görs även en kontroll på byggarbetsplatsen innan valvet (takbjälklaget) gjuts. Denna kontroll görs antingen av konstruktören eller av prefableverantören beroende på projektets förutsättningar.

## **Konstruktiv utformning**

Prefableverantören började på 90-talet använda sig av skalelement men gick senare allt mer över till att använda massiva element. Idag kan olika typer av prefabricerade element tas fram för skyddsrum, exempelvis kan delar av väggar prefabriceras varvid resterande delar gjutes på plats (exempelvis 100mm prefab och 200mm platsgjutning). Vid tillverkning av prefabricerade element kan dessa utföras med både vanlig betong och klimatförbättrad betong. Vanliga spännvidder på elementen är 6-10m per element och tjocklekarna varierar vanligtvis mellan 200-300mm. Elementhöjderna är vanligtvis 3m, vilket motsvarar normal våningshöjd i ett skyddsrum. På grund av att geometri, utformning och placering av ingjutningsgods i skyddsrum skiljer sig brukar prefableverantören sällan tillverka identiska element.

Prefableverantörens standard (vanligaste) koncept för skyddsrum består av massiva element för väggar och plattbärlag för takbjälklag, se vidare om konceptet i avsnitt 3.2.2.2. Väggelementen är L-formade i hörnen vilket innebär att hörnelementet kommer i ett helt stycke, princip enligt Figur 11. Anledningen till detta är för att vertikala skarvar är enklare att sammankoppla på plats jämfört med hörnen. Vid utformning av prefabricerade skyddsrum i Finland ses vertikala fogar mellan element inte som en potentiell svaghetszon eftersom elementen är dimensionerade som enkelspända element som inte antas föra över laster mellan intilliggande väggelement. Skyddsrummen ska även enbart motstå en lastintensitet från en explosion vid ett tillfälle vilket innebär att eventuella sprickor som uppstår i den vertikala fogen inte ses som potentiella problem.

### **4.2.3 Diskussion/intervju – Entreprenörer**

Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga E.2.

#### **Vanligt upplevda problem/utmaningar vid platsgjutning av skyddsrum**

Idag byggs det sällan skyddsrum vilket innebär att erfarenheten upplevs vara bristfällig många gånger. Det finns olika utmaningar vid byggnation av skyddsrum, en av de största utmaningarna bedöms vara att få till utförandet av armeringen kring skyddsrumsdörrarna. Här är det mycket armering som behöver bockas och flyttas samt skarvning med uppstickande armering som behöver hanteras. Liknande utmaning upplevs exempelvis kring övertrycksventiler och andra öppningar. Vid byggnation krävs det en noggrann planering inom flera delar av uppförandet för att lyckas lösa de mer komplexa delarna.

Ett annat utmanande och krävande moment är hantering av skyddsrumsdörrar. Dessa kommer vanligtvis transporterade till byggarbetsplatsen utan igjuten betong i dörrbladet vilket innebär att en extra gjutning behöver utföras på byggarbetsplatsen. Detta kan vara ett krävande arbetsmoment eftersom temporära konstruktioner behöver byggas som kan staga dörren under tiden dörrbladet igjuts och betongen härdar.

Vid platsgjutning av skyddsrum idag krävs det flera kontroller inom olika delar av uppförandet, vilket innebär att projektets skyddsrumssakkunnig behöver vara på plats när dessa kontroller utförs. Detta innebär en logistisk utmaning som kan medföra en haltande byggproduktion, vilket i sin tur kan påverka projektets tidplan negativt.

#### **Möjligheter/fördelar med prefabricering**

Att nyttja prefabricering inom uppförandet av skyddsrum bör medföra en del förenklingar jämfört med dagens platsgjutning. Användning av prefabricering tros kunna innebära en ökad

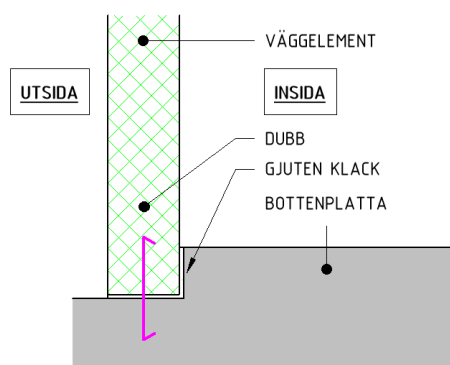
standardisering där exempelvis skyddsrum med förutbestämda storlekar, utformningar och kostnader nyttjas. Vid ökad standardisering bedöms det bli enklare i ett kalkylskede eftersom det finns möjligheter att använda specifika nyckeltal för kostnader anpassade efter vilken typ av skyddsrum som används (exempelvis kostnader baserade på "pris/m<sup>2</sup>"). Prefabricering bedöms vara mer anpassningsbart för skyddsrum med en enkel geometri.

För entreprenören underlättas produktionen när fler saker är färdigställda innan leverans till arbetsplatsen, detta bidrar till ett bättre produktionsflöde. Exempelvis kan skyddsrumsdörrarnas dörrblad vid prefabricering komma igjutna och monterade till ett färdigt väggelement. Vidare medför prefabricering att entreprenören inte behöver beställa och avropa alla ingjutningsgods och komponenter som behövs för skyddsrummet. Vid prefabricering kan dessa istället komma färdigmonterade i väggelementen, detta innebär att ansvaret och hanteringen av dessa delar flyttas från entreprenören till prefableverantören vilket gynnar entreprenören.

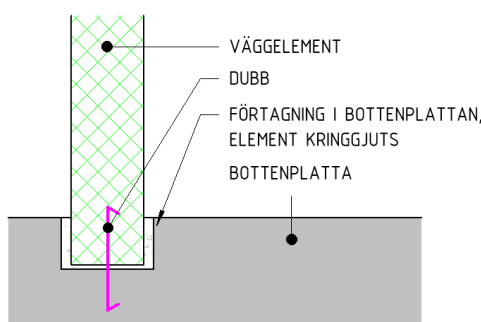
Användning av prefabricering inom byggnation av skyddsrum kan medföra olika möjligheter beroende på om det utförs helprefabricerat, halvprefabricerat eller som en blandning av dessa. Vid helprefabricering blir kopplingen mellan elementen avgörande eftersom dessa platsgjuts på arbetsplatsen. Vid halvprefabricering kan exempelvis skalväggar nyttjas, denna lösning kan innebära att det blir enklare att utföra armeringen i hörnkopplingar mellan element jämfört med helprefabricering eftersom formen inte behöver användas under gjutningen. Vid en blandning av prefabricering och platsgjutning kan de delar som lämpar sig bäst för respektive del nyttjas inom uppförandet. De delar som anses vara komplexa att utföra idag kan prefabriceras, detta gäller exempelvis väggelement som innefattar mycket ingjutningsgods. Prefabricering ger möjligheten att prefabricera väggpaket med redan ingjutna dörrar och ingjutningsgods. Med fördel kan dessa väggpaket vara standardiserat utförda och anpassade till de flesta typer av skyddsrum. Färdiggjutna väggelement kan komma med utstickande skarvarmering i sidorna för att möjliggöra koppling mot resterande delar av skyddsrummet som sedan utförs platsgjutna. Exempelvis kan skyddsrummets geometri innebära att vissa delar måste utföras platsgjutna (kan vara mer lämpade för det), medan andra delar lämpas bättre för prefabricering.

### **Utmaningar/nackdelar med prefabricering**

Vid användning av prefabricerade element för skyddsrum kan användandet av tunga element vara nödvändigt eftersom mängden fogar i skyddsrummet bör begränsas. För projektet kan detta innebära att det finns behov av att ha en större kran på byggarbetsplatsen. Vidare bedöms det vara mer praktiskt genomförbart för prefabricering om kravet på armeringsutformningen mellan bottenplatta och vägg såg annorlunda ut (förenklad utformning i vilken fast inspänning inte är ett nödvändigt krav). Ett exempel på en sådan förenkling kan vara att använda en lösning med dubb mellan vägg och bottenplatta i kombination med en klack på insidan för att hantera tvärkraften, se princip i Figur 15 och Figur 16. Ett alternativ till detta är att ha en förtagning i bottenplattan där elementet sedan kringgjuts på arbetsplatsen.



Figur 15: Schematisk illustration över koppling bottenplatta/vägg med dubb samt gjuten klack på insida. (Källa: Egen skiss av arbetsgruppen)



Figur 16: Schematisk illustration över koppling bottenplatta/vägg med dubb och förtagning i bottenplatta. (Källa: Egen skiss av arbetsgruppen)

Vid användning av prefabricerade element i ett byggprojekt är det viktigt att vara tidigt ute med att göra beställningen av elementen (minst ca 6 månader innan monteringen). Vid platsgjutning är det möjligt att vara senare ute med bygghandlingar, vilket också innebär att ändringar kan göras i ett senare skede. Vidare bedöms prefabricering vara svårare att använda för takplattan jämfört med väggar. För takplattan kan därför möjligen en halvprefablosning nyttjas, exempelvis plattbärlag eller en RD-platta med kompletterande gjutning ovanpå. Vid stora raslaster kan det bli svårt att hantera uppkomna laster i en prefabricerad takplatta.

### Arbetsätt/kontrollsystem

Prefabricering av skyddsrum innebär ett annat arbetsätt jämfört med platsgjutning, vid transport till arbetsplatsen behöver det finnas en mottagningskontroll. Vid ett montage av prefabricerade element behöver det finnas en checklista som är anpassad till detta.

#### 4.2.4 Diskussion/intervju – Leverantörer

Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga E.4.

### Standardisering

För att öka effektiviseringen (exempelvis tidsbesparingar) inom tillverkning och montage av prefabricerade element bör standardisering nyttjas. Förslagsvis kan kritiska delar av skyddsrummen utföras standardiserade medan resterande delar kan vara anpassningsbara, exempelvis kan dessa standardiseras inom olika modulmått. Standardisering kan exempelvis innebära att prefableverantören kan tillverka typelement och lagervålla dessa inför kommande

byggnation. Detta bör effektivisera uppförandet av skyddsrum och kan i förlängningen innebära kostnadsbesparingar.

Vid ett mer standardiserat utförande bör projekteringen skilja en del från dagens projektering av platsgjutna skyddsrum. Standardisering kan innebära att arkitekten får givna förutsättningar att förhålla sig till i utformningen. Detta kan gynna arkitekten eftersom det finns ramar att utgå ifrån, å andra sidan kan detta även ses som en nackdel eftersom arkitekten blir mer låst till en typ av utförande. Utöver arkitekten kan detta även underlätta för andra discipliner i projektet.

En standardisering kan även medföra potential för andra typer av fysiskt skydd, exempelvis skyddade utrymmen som kan användas i den bebyggda miljön. Ett sådant skydd skulle i sådant fall kunna utformas för att erbjuda ett begränsat skydd, t.ex. mot splitter och luftstöt våg, utan att uppfylla skyddsrummets samtliga krav, t.ex. på luftrening och strålning. Ett sådant skydd kan exempelvis vara ett cykelförråd som även fungerar som ett skyddat utrymme.

### **Möjligheter/fördelar med prefabricering**

Att nyttja prefabricering inom uppförandet av skyddsrum bör medföra en del förenklingar jämfört med dagens platsgjutning. Vid prefabricering flyttas flera kontroller från byggarbetsplatsen till fabriken, vilket medför mindre kontroller på byggarbetsplatsen. Tillverkning i fabriker bör även möjliggöra bättre kvalitet på utförandet. Detta beror dels på tillgång till kvalificerad personal, dels för att tillverkningen sker inomhus vilket gör att precisionen vid utförandet blir högre. Möjligheten att gjuta in ankarskenor i elementen i fabriken finns vilket kan medföra ett enklare montage av exempelvis toalettväggar, armaturer och fånganordningar på byggarbetsplatsen. Vid tillverkning i fabriker under mer kontrollerade omständigheter jämfört med vid platsgjutning på byggarbetsplatsen bör vidare antalet tillbud och olyckor på arbetsplatserna kunna minska. Exempelvis kan igjutning av dörrblad och montage av skyddsrumsdörrar ske direkt i fabriken istället för på byggarbetsplatserna som det görs idag.

Vid prefabricering finns incitament för prefableverantören att samarbeta med olika leverantörer av skyddsrum produkter eftersom de då tillsammans kan vara med och utveckla produkter som bidrar till en effektivare tillverkning. För leverantören av skyddsrum produkter ses möjligheter till en enklare hantering av produkter eftersom varorna kan levereras i större mängder till en prefableverantör istället för i mindre kvantiteter till flera olika byggarbetsplatser, likt hur det ser ut idag.

På arbetsplatsen ses möjligheter till ett snabbt och enkelt montage för entreprenören jämfört med platsgjutning av ett skyddsrum. Vidare bör även prefabricering innebära att det blir enklare att förutse den totala kostnaden jämfört med platsgjutning. Beroende på om skyddsrummet byggs fristående från annan bebyggelse eller integrerat med annan bebyggelse kan potentialen för prefabricering vara olika, exempelvis krävs ökad anpassning av skyddsrummet till omkringliggande byggnad om det är integrerat.

### **Utmaningar/nackdelar med prefabricering**

Vid en ökad standardisering, som prefabricering kan innebära, minskar flexibiliteten i utformningen, vilket exempelvis innebär att arkitekten kan bli begränsad vid val av utformning. För att underlätta för projektet bör det därför så tidigt som möjligt bestämmas om skyddsrummet ska platsgjutas eller prefabriceras, detta kan avgöra vilken frihet arkitekten får i utformningen av skyddsrummet. Vidare innebär prefabricering även hantering av tunga element på arbetsplatsen vid montage.

Höga krav på toleranser mellan prefab och platsgjutning på byggarbetsplatsen kan medföra utmaningar för prefabricerade skyddsrum. Vid en uppstyckad entreprenad där exempelvis grundkonstruktionen är platsgjuten och övriga delar av skyddsrummet är prefabricerat ställs höga krav på samordning, konsekvenserna om det inte passar kan både vara tidsrelaterade och kostnadsrelaterade. Om grundkonstruktionen är prefabricerad istället för platsgjuten bör det bli enklare med toleranser eftersom likadan prefableverantör enklare kan ha koll på möten mellan sina element.

### **Kontrollsystem**

Prefabricering av skyddsrum innebär att vissa kontroller flyttas från byggarbetsplatsen till fabriken där tillverkningen av betongelementen sker. I fabriken bör kontroller av elementen göras medan kontroller som berör sammankopplingen av elementen utförs på byggarbetsplatsen. Utöver de kontroller som görs idag kan exempelvis element trycktestas i fabriken för att verifiera tätheten med tillhörande ingjutningsgods. Vid transport till byggarbetsplatserna bör en mottagningskontroll göras för att säkerställa att elementen inte skadats under transporten. Likt dagens arbetssätt är det viktigt att prefableverantören under projekteringen får den sakkunniges godkännande av handlingar för att kunna gå vidare med tillverkningen.

Idag finns etablerade kontrollsystem i fabriker vid prefabricering av betongelement och vid prefabricering av skyddsrum kan dessa utvecklas och anpassas efter regelverket för skyddsrum. Förslagsvis kan personal i fabriken genomföra en utbildning/kurs utfärdad av MSB för att bli certifierade, alternativt att företaget certifieras som godkända att utföra kontroller. Vid kontroll av enskilda element är ett förslag att använda liknande certifieringssystem som vid certifiering av skyddsrum produkter, vilket innebär att elementen certifieras som godkända/verifierade produkter. Som komplement till kontrollerna som utförs kan förslagsvis stickkontroller utföras i fabrik av tredje part.

#### **4.2.5 Diskussion/intervju – Skyddsrumssakkunniga**

Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga E.3.

#### **Vanligt upplevda problem vid platsgjutning av skyddsrum**

Idag upplevs entreprenörer ha en bristfällig kunskap kring uppförandet av skyddsrum där de ofta upplever det som både dyrt och komplicerat att genomföra. Byggbranschen drivs kontinuerligt av att hitta arbetssätt som bidrar till både förenklade och tidsbesparande åtgärder, här kan prefabricering inom uppförandet av skyddsrum vara ett bra alternativ till platsgjutning. För att hitta en väg framåt med prefabricering kan ett nytänkande behövas samt anpassningar av dagens skyddsrumregler.

Vanligt upplevda problem och utmaningar vid platsbyggnation av skyddsrum är att få till hörnkopplingar mellan väggelement, detta gäller främst montering av mötande S-byglar. Dessa kan vara både besvärliga att få på plats samt svåra att bocka om de är av grövre dimensioner. Vidare kan även hantering av armeringen kring ingjutningsgods vara besvärligt, eftersom detta normalt kräver både bockning och flyttning av armeringen för att få till en bra utformning i väggen. En av de vanligast upplevda problemen idag vid uppförandet av skyddsrum är felaktiga täcksikt (blir ofta för stora, maximalt täcksikt är 50 mm, se avsnitt 3.1.4). För få bukt på dessa problem i ett senare skede kan innebära kostsamma åtgärder samt att bygghandlens statiska motståndsförmåga blir sämre på grund av en mindre effektivhöjd för armeringen. I övrigt

förekommer utmaningar med att få till armering kring dörröppningar och i fåtal fall förekommer felvända dörrar, bedöms dock vara ovanligt.

## **Kontrollsystem**

För att tillåta prefabricering inom uppförandet av skyddsrum bör en del justeringar och anpassningar göras kring dagens kontrollsystem. Idag finns det en skyddsrumssakkunnig från start till slut i projekten (projektering till slutbesiktning), vid övergång till prefabricering behövs ytterligare en kontrollant/sakkunnig i fabrikena för att utföra vissa kontroller av element. Förslagsvis, medan kontrollanten i fabrikena utför kontroller och certifierar elementen kan dagens nuvarande skyddsrumssakkunnige utföra resterande kontroller, exempelvis kontroller av montaget samt vara med under projektets resterande delar. Den skyddsrumssakkunnige för projektet bör ta ansvar för helheten och se till att skyddsrummet projekteras ihop med byggnaden i fråga. Den skyddsrumssakkunnige kan även exempelvis ansvara för att lasterna ges vidare från prefableverantören (för skyddsrummet) till övriga projektörer i projektet. Detta medför att skyddsrumssakkunnig får en mer samordnande roll i projekteringen.

När det är två sakkunniga i ett projekt som utför kontroller i olika skeden ställs krav på tydliga gränsdragningar. Om problem upptäcks vid exempelvis en slutbesiktning är det viktigt att kunna skilja på vems ansvar detta faller under (exempel: tillräcklig gastäthet uppnås ej - är det prefableverantörens element som är felaktigt utförda eller är det ett felaktigt montage av elementen?). Övriga gränsdragningar som också behöver vara tydliga är exempelvis gränsdragning mellan en entreprenör och en prefabtillverkare. Detta medför att överlämningar och ansvarstagande för olika delar blir viktiga.

Idag finns det, via MSB, genomarbetade checklistor och arbetsätt inom både projekteringskedet och under slutbesiktningar vid uppförande av platsgjutna skyddsrum. Bedömningen är att det inte kommer krävas mycket justeringar och anpassningar inom dessa områden vid övergång till prefabricering. Eftersom tillverkningen av element flyttas till fabrikena krävs större anpassningar inom denna del av processen. Ett nytt kontrollsystem för tillverkningen bör tas fram där certifieringar av element blir aktuellt, detta innebär att elementen certifieras om godkända produkter innan de skickas till byggarbetsplatsen. Detta system bör göra det enklare för skyddsrumssakkunnig i projektet eftersom denne inte behöver ta ansvar för själva produkten. Ett alternativ till att enbart certifiera enstaka element i fabrik kan vara att certifiera hela skyddsrum som en godkänd produkt, för att göra detta kan det dock även krävas att prefabtillverkaren utför montaget för att säkerställa uppfyllda krav på utformningen.

Under byggproduktionen bör projektets skyddsrumssakkunnige göra kontroll av montaget på arbetsplatsen där exempelvis sammankoppling av element kontrolleras. Ett alternativ till detta kan exempelvis vara att prefableverantören upphandlas med ett helhetsansvar över montaget, vilket innebär att prefableverantören ansvarar för montaget och ser till att kontroller görs i enlighet med gällande kontrollsystem, likt Finlands system idag, se avsnitt 4.2.2. Om ett skyddsrum levereras färdigmonterat bör detta medföra mindre risk eftersom det annars kan uppstå problem med gränsdragningar (ansvarstagande) enligt resonemang ovan. Beroende på om skyddsrummet utförs helprefabricerat eller halvrefabricerat kan detta också ha en påverkan på antalet kontroller på arbetsplatsen.



## **Konstruktiv utformning**

Vid användning av prefabricering bör lösningar i dagens skyddsrumregler om möjligt anpassas efter detta, dock bör principen för den konstruktiva utformningen av elementen vara lika som för platsgjutna skyddsrum (exempelvis armeringsutformning i hörn). Den största utmaningen bedöms vara att lyckas med fullskalig prefabricering av skyddsrum och inte delvis prefabricering (platsgjutning + prefab). För att lösa detta bör knutpunkter studeras samt system som möjliggör enkla montage på arbetsplatsen tas fram. Platsgjutning spås behövas främst i kopplingar mellan element där armering överlappar.

### **För- och nackdelar**

Bedömda fördelar vid prefabricering av skyddsrum jämfört med platsbyggnation av skyddsrum är dels att säkerheten mot fel bör minska om prefabtillverkaren enbart arbetar med prefabricering av skyddsrum eftersom kunskapen kring uppförandet av skyddsrum då blir hög. Prefabricering bör även medföra bättre kontroll på täcksikt eftersom det är enklare att kontrollera armeringen i en öppen form på en fabrik jämfört med en stängd väggform på en arbetsplats. Effektiviseringen (tids- och kostnadsmässigt) bör även öka vid ökad prefabriceringsgrad, framförallt vid helprefabricering där effektiviseringen bedöms uppfyllas inom alla delar av uppförandet. Vid storskalig produktion av liknande skyddsrum bör effektiviseringen vara mycket hög jämfört med platsbyggnation av skyddsrum. Ytterligare en aspekt som kan avgöra hur effektivt prefabricering av skyddsrum blir, är exempelvis var skyddsrummet ska byggas. Ska skyddsrummet byggas ihop med ett stort hus måste det projekteras ihop och anpassas till byggnaden och då kan effektiviseringen minska jämfört med om det ska byggas som ett fristående skyddsrum avlägset från annan bebyggelse.

Den största nackdelen och problemet med prefabricering bedöms vara skarvar i fogar mellan prefabricerade element.

### **Potentialer med prefabricering**

Prefabricering av skyddsrum skulle kunna medföra en god potential för exempelvis utformning av mobila skydd eller skyddade utrymmen som snabbt behöver byggas vid ett ökat skyddsbehov i samhället. Ett sådant skydd skulle i sådant fall kunna utformas för att erbjuda ett begränsat skydd, t.ex. mot splitter och luftstöt våg, utan att uppfylla skyddsrummets samtliga krav, t.ex. på luftrening och strålning. Exempelvis kan elementen till dessa typer av skyddade utrymmen förtillverkas och lagerhållas, vid ett ökat behov kan dessa sedan användas för att snabbt bygga upp ett skyddat utrymme.

#### **4.2.6 Diskussion/intervju - MSB**

Fullständiga diskussionsfrågor och sammanställning enligt Bilaga E.5.

### **Prefabricering som ett alternativ till platsgjutning**

Användning av prefabricering som ett möjligt alternativ till dagens platsgjutning av skyddsrum har tidigare diskuterats inom MSB. I dessa diskussioner har det dels konstaterats att det finns både utmaningar och begränsningar när det gäller både det tekniska utförandet och kontrollsystemet vid produktion.

Om prefabricering skulle bli en godtagbar byggmetod för skyddsrum kan detta innebära både fördelar och nackdelar jämfört med dagens sätt att bygga. En fördel med prefabricering kan vara att tillverkarna som inriktar sig mot prefabricering av skyddsrum blir duktiga på detta och får en

hög kompetens inom området. Jämfört med dagens byggnation av skyddsrum förekommer det entreprenörer som sällan bygger skyddsrum vilket kan innebära en bristfällig kompetens. En annan fördel kan vara att det blir enklare att kontrollera att det blir rätt täckskikt vid prefabricering, idag är detta ett vanligt problem vid platsgjutning. Vid prefabricering kan det med andra ord bli enklare att kvalitetssäkra utförandet eftersom arbetet sker under mer kontrollerade former. Utöver dessa problem förekommer det även att ingjutningsgods placeras fel i väggar, exempelvis för nära öppningar eller att de är felvända. Ovan nämnda problem är vanligtvis kostsamma och arbetskrävande att åtgärda.

Nackdelar som prefabricering kan medföra är exempelvis mycket fogar mellan element, detta kan ses som potentiella svaghetszoner. På grund av alla dessa fogar som prefabricering kan medföra kan det behövas begränsningar kring antalet tillåtna fogar i ett skyddsrum. Detta kan i sin tur medföra att utformningen av skyddsrum blir styrda och begränsade i sin utformning.

### **Kontrollsystem**

Det är viktigt att hitta ett kontrollsystem som är anpassat efter att hantera de risker som prefabricering kan medföra. Vidare är det viktigt att de krav som ställs på platsgjutna skyddsrum även måste ställas vid prefabricering, detta innebär att flera kontroller som utförs på arbetsplatserna idag måste utföras i fabrik istället.

### **Potential med prefabricering**

Det finns andra länder som använder sig av andra typer av fysiska skydd än skyddsrum, detta är exempelvis mobila skydd och skyddade utrymmen. Ett sådant skydd skulle i sådant fall kunna erbjuda ett skydd mot splitter och luftstöt våg men exempelvis inte ha skyddsrummets krav på luftrening. För denna typ av utrymme hade prefabricering potentiellt kunna vara ett bra alternativ eftersom en storskalig produktion kan uppnås vid användandet av ett flertal likadana element. Denna typ av skydd används idag i andra delar av världen för att öka mängden fysiskt skydd för den egna befolkningen. För denna typ av skydd skulle en enklare typ av hopkoppling mellan olika element eventuellt också vara möjligt.

## 5. Diskussion

### 5.1 Prefabricering som ett alternativ till platsgjutning

Resultatet från workshopen och intervjuerna/diskussionerna redovisade i avsnitt 4.2 visar att det idag förekommer flera utmaningar inom uppförandet av platsgjutna skyddsrum. Uppförandet upplevs många gånger vara komplext och dyrt vilket studien visar dels är förenat med en bristfällig erfarenhet kring byggnation av skyddsrum. Resultatet från enkätstudien redovisad i avsnitt 4.1 visar att 72% ser prefabricering som ett attraktivt alternativ till platsgjutning vid byggnation av skyddsrum. För att möjliggöra implementering av prefabricering inom uppförandet av skyddsrum visar resultatet från workshopen och intervjuerna/diskussionerna att det framförallt är viktigt att skapa ett nytt kontrollsystem för tillverkningen och byggproduktionen. Utöver detta visar studien även att det är avgörande att hitta tekniska lösningar som uppfyller en robusthet och seghet motsvarande dagens krav på skyddsrum i Sverige. I Finland godkänns idag prefabricering inom uppförandet av skyddsrum, omvärldsbevakningen redovisad i avsnitt 3.1 visar att det förekommer flera olikheter mellan det svenska och finska regelverket vilket innebär att de tekniska lösningarna och arbetssätten i Finland inte kan implementeras i Sverige.

### 5.2 Fördelar och möjligheter med prefabricering

Resultatet från enkätstudien, workshopen och intervjuerna/diskussionerna, redovisade i avsnitt 4.1 - 4.2, visar att prefabricering bör medföra flera fördelar och möjligheter jämfört med platsgjutning. Utifrån ett entreprenörsperspektiv visar enkätstudien, redovisad i avsnitt 4.1, att största fördelarna är förenade med en bättre arbetsmiljö, lägre produktionskostnad, kortare produktionstid och mindre hantering på arbetsplatsen. Enkätstudien visar även möjligheter till enklare planering och inköp samt möjligheter till ett minskat klimatavtryck, något som är förenat med mindre materialspill vid tillverkning. Mindre hantering på arbetsplatsen kan exempelvis vara förknippat med att prefabricerade element kommer till byggarbetsplatsen färdiggjutna med tillhörande ingjutningsgoods och skyddsrumsdörr. Detta innebär att entreprenören dels inte behöver igjuta dörrbladet på arbetsplatsen eller arbeta med bockning och flyttning av armering kring dörren. Vidare ses möjligheter till en smidigare produktion för entreprenören eftersom antalet kontroller på byggarbetsplatsen minskar, se vidare diskussion i avsnitt 5.4.

Resultatet från workshopen och intervjuerna/diskussionerna visar att mindre risk för fel bör föreligga vid prefabricering av skyddsrum eftersom prefableverantörerna blir experter inom tillverkningen av element för skyddsrum. Utrustningen som finns i fabriken möjliggör hög precision i utförandet vilket minimerar risken för exempelvis felaktiga täckskikt, vilket bedöms vara ett av de vanligaste förekomna problemen vid platsgjutning av skyddsrum, se avsnitt 4.2.5. Tillverkning av elementen i fabrik medför även möjligheter för exempelvis ingjutning av ankarskenor vilket kan användas för montage av diverse armaturer, fånganordningar och toalettväggar. Detta kommer sannolikt bidra till ett bättre utförande och kvalitet på skyddsrummet vid färdigställandet.

### 5.3 Nackdelar och utmaningar med prefabricering

Resultatet från enkätstudien, workshopen och intervjuerna/diskussionerna, redovisade i avsnitt 4.1 - 4.2, visar att de största utmaningarna är relaterade till skyddsrummets konstruktiva utformning, se avsnitt 5.5 för vidare diskussion. Resultatet visar även att flexibiliteten i

utformningen av skyddsrummet bör bli mer begränsad vid prefabricering eftersom en standardisering bör eftersträvas i uppförandet för ökad effektivisering, se avsnitt 5.6. Utifrån ett entreprenörsperspektiv visar resultatet att prefabricering innebär att projektet måste ha en längre framförhållning jämfört med platsgjutning, detta eftersom en prefableverantör för skyddsrummet behöver upphandlas i projektet. Ett platsgjutet skyddsrum ger således större utrymme för sena ändringar av utformningen inför byggnation.

Vid prefabricering ställs höga krav på toleranser mot platsgjutning vilket innebär att eventuella problem vid montaget av element på byggarbetsplatsen kan innebära både tidskrävande och kostnadsdrivande åtgärder för projektet. Vidare innebär prefabricerade element hantering av tunga element på byggarbetsplatsen vilket kan innebära behov av en större kran än tänkt för projektet. Eftersom fogar mellan element kan ses som potentiella svaghetszoner, mer beskrivet i avsnitt 5.5, är det rimligt att elementen bör utföras så stora som möjligt.

## 5.4 Kontrollsystem

Resultatet från studien visar, som tidigare nämnt i avsnitt 5.1, att kontrollsystemet är en avgörande del att se över för att hitta ett arbetssätt som medför hög kvalitetssäkring i utförandet. Flera av kontrollerna som utförs på byggarbetsplatserna idag flyttas till fabrikena där tillverkningen sker, detta innebär att antalet kontroller på byggarbetsplatsen bör minska. Prefabriceringsgraden bör till stor del avgöra vilka kontroller som behöver utföras på byggarbetsplatsen, exempelvis innebär användning av skalväggar mer gjutning och lösarmering på byggarbetsplatsen jämfört med massiva betongelement vilket kan medföra fler kontroller. Idag finns det en skyddsrumssakkunnig från start till slut i projekten (projektering till slutbesiktning), vid övergång till prefabricering behövs ytterligare en kontrollant i fabrikena för att utföra kontroller av elementen. Värt att belysa är att när det finns två kontrollanter med i ett projekt som utför kontroller i olika skeden bör det ställas krav på tydliga gränsdragningar mellan dessa, utförligare beskrivning i avsnitt 4.2.5.

Den skyddsrumssakkunnige i projektet bör ta ansvaret för helheten av skyddsrummets byggnation och se till att skyddsrummet projekteras ihop med byggnaden i fråga, detta kan exempelvis inkludera samordning mellan olika discipliner (exempelvis samordning av laster) och entreprenören. Inom projekteringen är det viktigt att prefableverantören får den skyddsrumssakkunniges godkännande av handlingar för att kunna gå vidare med tillverkningen. Projekteringen kan även skilja beroende på hur standardiserat utförandet av skyddsrummen är, detta diskuteras mer i avsnitt 5.6.

Ett nytt kontrollsystem för tillverkningen i fabrik kan förslagsvis innebära att elementen genomgår en kontroll där de certifieras och godkänds innan leverans till byggarbetsplatsen för montage. I certifieringsprocessen bör liknande kontroll i enlighet med nuvarande regelverk utföras, detta inkluderar exempelvis kontroll av täckskikt före gjutning, armeringsutförande, kontroll av placering av ingjutningsgoods etc. För att öka effektiviteten i tillverkningen bör kontrollanterna på fabriken vara egenanställda, förslagsvis kan personal i fabrikena genomföra en utbildning/kurs utförd av MSB för att bli certifierade, alternativt att företaget certifieras som godkända att utföra kontroller. Som komplement till dessa kontroller kan förslagsvis en skyddsrumssakkunnig utföra tredje-partsgranskning av utvalda element i fabriken.

Vid transport till byggarbetsplatsen bör en mottagningskontroll utföras av entreprenören för att säkerställa att inget element skadats under transport. Kontrollerna under byggproduktionen bör utföras av den skyddsrumssakkunnige för projektet. Sådana kontroller inkluderar exempelvis

kontroll av armering vid sammanfogning av element samt kontroll av skyddsrummets helhet. Ett kontrollsystem enligt tidigare beskrivning där elementen certifieras i fabrik bör göra det enklare för den skyddsrumssakkunniga i projektet eftersom denne inte behöver ta ansvaret för själva elementet utan enbart för montaget. Ett alternativ till detta är att prefabtillverkaren utför dimensioneringen, tillverkningen och montaget av skyddsrummet. Detta innebär att prefabtillverkaren handlas upp där denne ansvarar för en helhetslösning för skyddsrummet, likt den finska prefableverantörens arbetssätt beskrivet i avsnitt 4.2.2. Under montaget ansvarar då prefableverantören för att samtliga kontroller utförs i enlighet med gällande regelverk.

## 5.5 Konstruktiv utformning

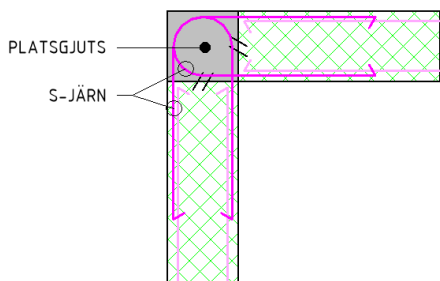
Resultatet från enkätstudien, workshopen och intervjuerna/diskussionerna, redovisade i avsnitt 4.1 - 4.2, visar tydligt att en av de största farhågorna och utmaningarna med prefabricerade skyddsrum är att få en konstruktion som är tillräckligt robust och seg, se exempelvis Tabell 13. Kopplingen mellan elementen ses som en avgörande del i utformningen för att skapa en konstruktion med liknande motståndsförmåga som ett platsgjutet skyddsrum. Inom skyddsrummet ses fogar mellan element som potentiella svaghetszoner, vilket innebär att ett få antal fogar bör eftersträvas i störst möjliga mån.

Beroende på val av elementtyp kan robustheten och segheten i konstruktionen variera, exempelvis kan halvprefablösningarna skalelement och plattbärlag vara bra val för att skapa en mer robust och homogen konstruktion jämfört med massiva prefabelement som gjuts samman på byggarbetsplatsen. För att skapa samverkan mellan den prefabricerade betongen och den platsgjutna betongen i skalelement bör förslagsvis skjuvarmering användas med krav likt *Skyddsrum SR 09*, se utdrag för kravställning i Bilaga A.2. Val av elementtyp kan även bero på exempelvis önskade elementdimensioner, hantering på arbetsplatsen, önskemål från entreprenören eller skyddsrummets utformning. Exempelvis kan plana massiva element vara önskvärt att ha som väggelement eftersom prefabricerade element vanligtvis görs med bredderna 2,4m. För ett takbjälklag kan det vara mer önskvärt med plattbärlag eller RD-platta för att minimera antalet skarvar.

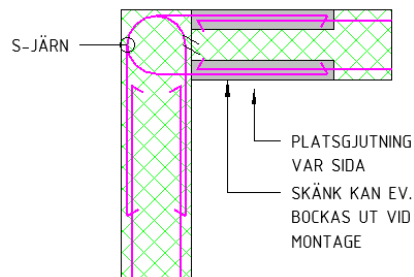
Ett alternativ till användning av prefabricering inom byggnation av skyddsrum kan vara att nyttja prefabricering inom vissa delar av skyddsrummet medan andra delar utförs platsgjutna. Exempelvis framgick det i intervju med entreprenörerna i avsnitt 4.2.3 att prefabricerade väggelement med ingjutningsgods och dörrar kan användas. Detta bedöms många gånger vara komplext att utföra platsgjutet och kan därför underlätta mycket för entreprenören i utförandet. Resterande delar av skyddsrummet kan i ett sådant fall platsgjutas vilket rimligtvis exempelvis kan innebära att flexibiliteten i utformningen kan kvarstå medan de mer komplexa delarna av utförandet utförs prefabricerat.

Med krav på momentstyva infästningar enligt dagens skyddsrumregler, se Figur 24 - Figur 27, förväntas det ställas höga krav på toleranser mellan prefabricering och platsgjutning eftersom det är mycket armering som ska skarvas i dessa snitt. Ett förslag på utformning av anslutning mellan bottenplatta och väggelement för framtida regelverk är att lätta på dessa krav likt de finska regelverket, se Figur 51 för randvillkor mellan olika delar i skyddsrummet. Idag är det inte ovanligt att en momentstyv infästning inte uppnås mellan en vägg och bottenplatta eftersom bottenplattan många gånger är så pass tunn i förhållande till väggens tjocklek. En ledade inkoppling mellan bottenplattan och väggen hade kunnat bidra till ett mer praktiskt genomförbart montage vid prefabricering. Ytterligare förslag på utformning av koppling mellan bottenplatta och vägg är att hitta lösningar där dubb i kombination med klack eller förtagning i

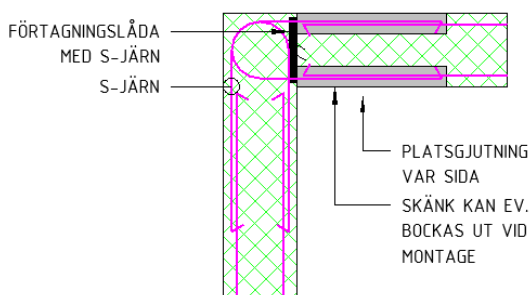
bottenplattan nyttjas för att hantera tvärkraften som uppstår, se Figur 15 och Figur 16. Nedan presenteras olika förslag på hur kopplingar mellan olika prefabricerade massiva element potentiellt kan se ut, se Figur 17 till Figur 22. För exempel på hur ett koncept med skalväggar och plattbärlag kan se ut, se Bilaga B.



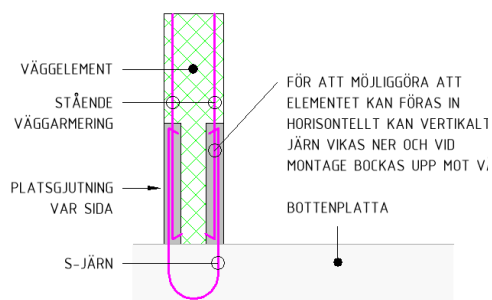
Figur 17: Schematisk illustration över vägg/vägg koppling eller vägg/bjälklag koppling. (Källa: Workshop med referensgruppen)



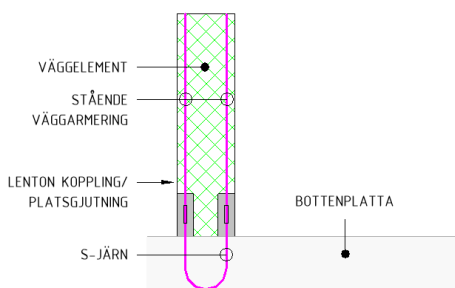
Figur 18: Schematisk illustration över vägg/vägg koppling (Källa: Egen skiss av arbetsgruppen)



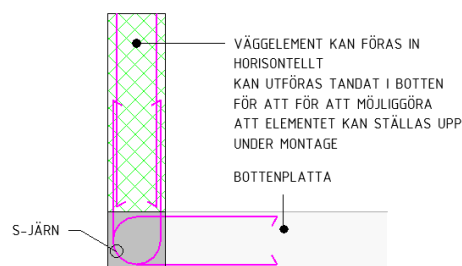
Figur 19: Schematisk illustration över vägg/vägg koppling med förtagningslåda. Förtagningslåda bör kunna medföra att skänklar kan bockas ut efter montage, kan krävas att ny typ av förtagningslåda tas fram som är anpassade för denna typen av montage. (Källa: Egen skiss av arbetsgruppen).



Figur 20: Schematisk illustration bottenplatta/vägg koppling (Källa: Workshop med referensgruppen).



Figur 21: Schematisk illustration över bottenplatta/vägg koppling. (Källa: Workshop med referensgruppen)



Figur 22: Schematisk illustration över bottenplatta/vägg koppling. Vägg kan med fördel utföras tandad i underkant för att skapa upplag för väggen. (Källa: Egen skiss av arbetsgruppen)

## 5.6 Standardisering & effektivisering

Resultatet visar att effektiviseringen inom byggnation av prefabricerade skyddsrum ökar vid ökad standardiseringsgrad. Exempelvis kan kritiska delar som hörnkopplingar standardiseras medan övriga delar av skyddsrummets utformning är mer anpassningsbara, detta beskrivs mer i

avsnitt 4.2.4. Standardisering bör även bidra till enklare kalkyl- och prognosarbeten eftersom det bedöms bli enklare att sätta exaktare prisuppskattningar på skyddsrummen. Exempelvis kan specifika nyckeltal tas fram för olika typer av standardskyddsrum, se avsnitt 4.2.3.

Studien visar vidare att effektiviseringen inom tillverkningen bedöms vara mycket hög om en storskalig produktion kan uppnås vilket innebär att element kan lagerhållas för kommande byggnation av skyddsrum. Detta innebär att vid ett läge där behoven av skyddsrum skulle öka i Sverige kan prefabricering vara ett bra alternativ eftersom en storskalig produktion och byggnation kan uppnås. Det är värt att poängtera att anledningen till att det i Finland blev godkänt att använda prefabricering inom skyddsrum var för att öka byggnationen av skyddsrum i landet.

Vid ökad standardiseringsgrad minskar flexibiliteten i utformningen vilket kan begränsa arkitekten i sin utformning, å andra sidan kan det vara till fördel då denne och övriga inom projekteringen får givna förutsättningar att följa. I de fall skyddsrummets geometri är mer komplex minskar möjligheten att nyttja standardisering vilket innebär en mindre effektivitet i uppförandet. Idag upplevs kunskapen kring uppförandet av skyddsrum vara bristfällig, här bör standardisering kunna bidra till att skapa underlag för arkitekten att utgå ifrån i sitt arbete. Givna ramar och förutsättningar bör rimligen bidra till en effektivare projektering.

Prefabricering kan medföra potential för exempelvis utformning av mobila skydd eller skyddade utrymmen som snabbt behöver byggas vid ett ökat behov, beskrivs utförligare i bland annat avsnitt 4.2.6. Exempelvis kan elementen till dessa typer av utrymmen förtillverkas och lagerhållas, vid ett ökat behov kan dessa snabbt monteras ihop. Med lägre krav ställda jämfört med ett skyddsrum finns potentialen att göra dessa demonterbara för användning till senare tillfällen. Denna typen av skydd hade kunnat vara lämpliga att använda i områden där det idag finns fåtal eller inga skyddsrum alls, exempelvis i Djurgårdsstaden, Stockholm.

Vidare visar studien att det finns potential till mer utveckling av skyddsrumprodukter vid prefabricering. Detta är förenat med ett tätare samarbete mellan prefableverantören och leverantören av skyddsrumprodukter för att hitta produkter som kan öka effektiviseringen inom tillverkningen av prefabricerade element.

## 6. Slutsatser

Syftet med SBUF-projektet är att undersöka hur prefabricering skulle kunna användas inom uppförandet av skyddsrum i Sverige idag samt vad det isåfall kan tillföra jämfört med platsgjutning. För att besvara studiens syfte har en omvärldsbevakning genomförts samt en workshop och olika intervjuer/diskussioner med olika verksamma aktörer från byggbranschen i Sverige och Finland. Underlaget har använts för att ge förslag på hur ett koncept med prefabricerade skyddsrum skulle kunna se ut i Sverige idag.

Slutsatser visar att prefabricering inom uppförandet av skyddsrum potentiellt medför följande möjligheter och fördelar jämfört med platsgjutning:

- För entreprenören finns möjligheter till bättre arbetsmiljö, lägre produktionskostnad, kortare produktionstid, enklare planering/inköp och mindre hantering på byggarbetsplatsen. Eftersom flera kontroller flyttas från byggarbetsplatsen till tillverkningen i fabriken finns även möjligheter till en mer ostörd produktion. Vidare finns möjlighet till enklare kalkyl- och prognosarbete eftersom prisuppskattningen bedöms vara enklare för prefabricerade skyddsrum.
- Utifrån ett hållbarhetsperspektiv finns möjligheter till ett minskat klimatavtryck och mindre materialspill.
- I tillverkningen av element ses möjligheter till mindre risk för fel, vilket är förenat med en högre precision i fabriken samt en hög förväntad kompetens hos personalen som sköter tillverkningen i fabriken. Möjlighet till bättre kvalitet i utförandet finns genom att exempelvis möjliggöra ingjutning av ankarskenor i tillverkningen vilket kan nyttjas för montage av exempelvis armaturer, fånganordningar och toalettväggar.
- Ökad effektivitet inom uppförandet genom möjlighet till standardisering, kortad produktionstid och storskalig tillverkning. Standardisering och färdiga koncept för skyddsrum ger givna förutsättningar som inblandade parter i projektet kan utgå ifrån.
- Potential finns för andra fysiska skydd än skyddsrum, exempelvis mobila skydd eller skyddade utrymmen. Inom denna typ av skydd ses möjligheter till återbrukbarhet och demonterbarhet.
- Genom tätare samarbete mellan prefableverantören och leverantören av skyddsrum produkter finns större möjlighet för produktutveckling som kan förbättra utförandet och effektivisera tillverkningen.

Studien kan konstatera utmaningar vid en eventuell övergång till att godkänna prefabricering inom uppförandet av skyddsrum. Slutsatser visar att prefabricering inom uppförandet av skyddsrum potentiellt medför följande utmaningar och nackdelar jämfört med platsgjutning:

- Entreprenören behöver vara tidigt ute med att upphandla en prefableverantör, detta innebär således att sena ändringar blir svårare att hantera.
- Ökad standardisering inom uppförandet medför mindre flexibilitet i utformningen vilket främst påverkar arkitekten i utformningen.
- Prefabricering medför höga krav på toleranser där felaktig passning mot platsgjutna konstruktioner medför risk för tids- och kostnadskrävande åtgärder.
- Utmaningar att uppnå en lika robust och seg konstruktion som vid platsgjutning. Beroende på vilken typ av element som används kan detta variera, exempelvis kan en förhållandevis homogen och robust konstruktion fås vid användning av skalväggar jämfört med massiva element där kopplingar gjuts på plats.



- Grova dimensioner på element kan innebära hantering av tunga element på byggarbetsplatsen vilket i förlängningen kan innebära behov av en större kran än tänkt för projektet. Rimligtvis bör elementen utföras så stora som möjligt för att minimera antalet fogar, då dessa ses som nackdelar för prefabricerade skyddsrum.

I dagens regelverk för skyddsrum godkänns inte användandet av prefabricerade element. För att möjliggöra implementering av prefabricerade skyddsrum behöver därför regelverket uppdateras och anpassas. Studiens slutsatser ger följande förslag på justeringar:

- Nytt kontrollsystem för tillverkning och byggproduktion som är anpassade för att hantera de risker som prefabricering potentiellt medför.
- Nya typlösningar anpassade till prefabricerade skyddsrum.
- Se över den skyddsrumssakkunniges roll/arbetssätt under projektet, exempelvis gränsdragning i ansvarsfördelning mot kontrollant i fabrik.
- Begränsning av antalet fogar mellan prefabricerade element. Fogar kan ses som potentiella svaghetszoner och ett mindre antal kan därför sannolikt bidra till en mer robust, seg och gastät konstruktion.
- Se över vilka typer av prefabricerade element som möjligen kan godkännas, exempelvis skalväggar, massiva element etc.

## 6.1 Förslag på vidare studier

Förslag på framtida studier och forskning utifrån studiens resultat:

- Utvärdera olika principer/koncept för konstruktiva lösningar med prefabricerade skyddsrum som följer dagens skyddsrumregler. Utvärderingen kan förslagsvis inkludera kopplingar mellan olika prefabricerade element samt hela skyddsrummets prefabricerade stomme. Studien utförs lämpligen i samarbete med olika prefableverantörer från byggbranschen.
- Utvärdera nuvarande skyddsrumregler och identifiera vilka principiella justeringar som skulle vara önskvärda ur ett prefabperspektiv, exempelvis utvärdering av enklare kopplingar mellan vägg/bottenplatta. Studien utförs lämpligen i samarbete med olika prefableverantörer från byggbranschen.
- Utvärdera olika typer av kontrollsystem för prefabricerade skyddsrum. I studien kan prefabriceringsgradens inverkan på kontrollsystems utformning beaktas samt samspelet mellan skyddsrumssakkunnig och kontrollant i fabrik. Studien utförs lämpligen i samarbete med olika prefableverantörer och skyddsrumssakkunniga.
- Om prefabricering blir godkänt inom uppförandet av skyddsrum kan på sikt även förslag på nya typlösningar anpassade för prefabricering tas fram.

## Litteraturförteckning

- Berntsson, M., & Björksund, J. (2017). *Kopplingar mellan massiva prefabricerade plattor och ytterväggar*.
- Bohlin, B., Blommé, F., & Jacobsson, H. (2022). *Ett stärkt skydd för civilbefolkningen vid höjd beredskap*. Stockholm.
- Direktoratet for Sivilt beredskap. (1995). *Forskrift m.v. om Tilfluktsrom*. Fagbokservice.
- FINLEX. (2011a). *Räddningslag 29.4.2011/379*. Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2011/20110379#L11P71>
- FINLEX. (2011b). *Inrikesministeriets förordning om tekniska krav på skyddsrum och om underhåll av anordningar i skyddsrum 506/2011*. Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2011/20110506>
- FINLEX. (2011c). *Statsrådets förordning om skyddsrum 5.5.2011/408*. Hämtat från <https://finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2011/20110408>
- Inrikesministeriet. (2023). *Skyddsrummen ska användas under krigstid*. Hämtat från <https://intermin.fi/sv/raddningsvasendet/beredskap/skyddsrum>
- Konsti, S., & Ojanperä, S. (den 2 April 2024). (N. Timmerbäck, S.-Å. Bergstrand, & M. Johansson, Intervjuare)
- Larsson, J. (2012). *Mapping the Concept of Industrialized Bridge Construction*. Luleå.
- MSB. (1992). *Skyddsrum SR92*.
- MSB. (1998). *Skyddsrum SR98*.
- MSB. (2003). *Skyddsrum SR03*.
- MSB. (2006). *Skyddsrum SR06*.
- MSB. (2009). *Skyddsrum SR09*.
- MSB. (2011). *Skyddsrum SR09*.
- MSB. (2012). *Skyddsrum SR09*.
- MSB. (2024). *Skyddsrum SR15*.
- MSB. (2024a). *Beräkningar, lösningar och komponenter för skyddsrum*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/krisberedskap--civilt-forsvar/befolkningsskydd/skyddsrum/berakningar-losningar-och-komponenter/>
- Nordiskt samarbete. (2024). *Fakta om Norge*. Hämtat från <https://www.norden.org/sv/information/fakta-om-norge>
- Osbäck, A. (2021). *Betong Prefabricera eller Platsbygga*. Luleå.
- Rakennusbetoni- ja Elementti Oy. (2024). Hämtat från Tiedostopankki - Päivitämme sivustoja parhailaan: <https://www.rakennusbetoni.fi/page/10/tiedostopankki>

Sivilforsvaret. (u.d.). *Spørsmål og svar om tilfluktsrom*. Hämtat från <https://www.sivilforsvaret.no/dette-er-sivilforsvaret/tilfluktsrom/sporsmal-og-svar-om-tilfluktsrom/>

Statistikcentralen. (den 29 05 2024). *Befolkningsstruktur*. Hämtat från <https://stat.fi/sv/statistik/vaerak>

Statistikmyndigheten. (den 22 02 2024). *Sveriges befolkning*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/sveriges-befolkning/>

Svensk Betong. (2024). *Produktionsmetoder*. Hämtat från <https://www.svenskbetong.se/om-betong/fakta-egenskaper/produktionsmetoder>

# Bilaga A. Svenska skyddsrumregler

## A.1 Skyddsrum SR 15

I detta avsnitt görs korta utdrag från dagens gällande skyddsrumregler, Skyddsrum SR 15 (MSB, 2024). Om inget annat anges i texten så är all information i detta avsnitt hämtat från Skyddsrum SR 15. Skyddsrum SR 15 riktar sig till den som enligt lagen ska planera, underhålla eller utrusta ett skyddsrum.

Vid uppförandet av ett skyddsrum ska diverse kontroller göras i en specifik ordning i byggskedet. Vid kontroller utfärdas intyg för godkända moment, se Figur 23 för de kontrollmoment som ska beaktas under byggskedet. Vid slutbesiktningen ligger intygen till grund för utfärdandet av ett skyddsrumbevis.

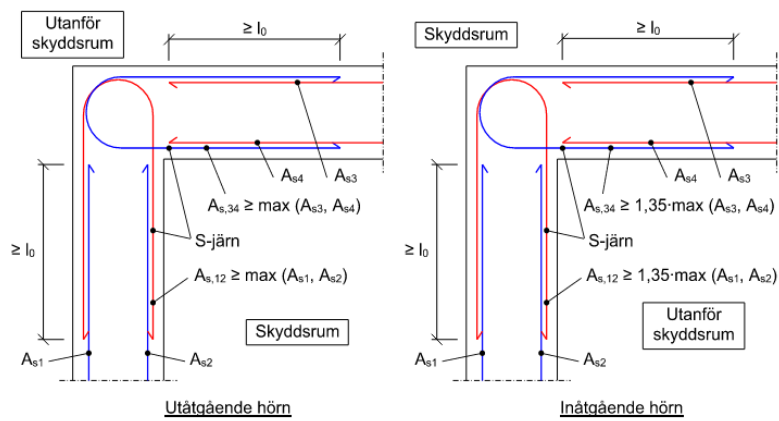
Skede	Moment	Avsnitt	Resultat	Ansvarig
Projektering	Bygghandlingar	4:12	Intyg nr 1	Skyddsrumssakkunnig
Produktion	Grundläggning	4:13	Intyg nr 2	Skyddsrumssakkunnig
	Golvkonstruktion	4:13	Intyg nr 3	Skyddsrumssakkunnig
	Väggkonstruktion	4:13	Intyg nr 4	Skyddsrumssakkunnig
	Takkonstruktion	4:13	Intyg nr 5	Skyddsrumssakkunnig
	Färdigt skyddsrum	4:14	Intyg nr 6	Skyddsrumssakkunnig
Slutförande	Slutbesiktning	4:15	Protokoll	MSB
	Skyddsrumbevis	4:16	Bevis	MSB

Figur 23: Kontrollmoment under byggskedet.

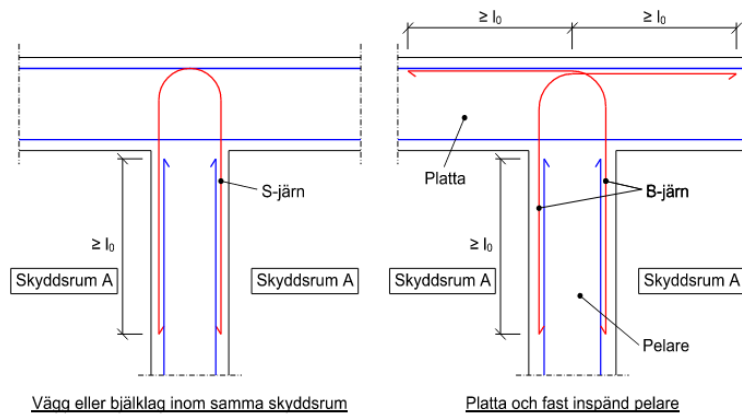
I enlighet med SR 15 ska ett skyddsrum utföras som en armerad, massiv betongkonstruktion. Vid uppförandet av skyddsrum godkänns inte förtillverkade element som kraftupptagande delar av skyddsrummets stomme. Vid dimensionering av skyddsrum ska Eurokoden tillsammans med det som anges i SR 15 beaktas, som stöd i processen har MSB tagit fram typlösningar, komponentlösningar och dimensioneringslösningar. MSB redogör på sin hemsida (MSB, 2024a) för olika standardiserade tekniska lösningar som visar hur diverse åtgärder i ett skyddsrum ska genomföras på ett godtagbart sätt. Dessa lösningar benämns som typlösningar och det finns idag ett stort antal sådana.

Utöver typlösningar finns det även komponentlösningar och komponentspecifikation. Den förra visar i steg hur man ska gå tillväga vid tillverkning av en skyddsrumskomponent medan den senare anger de grundkrav som gäller för komponenten. Enligt SR 15 (kap. 8) ska komponenter till skyddsrum vara certifierade med avseende på tillverkning och kontroll. Kontroll avseende tillverkning ska genomföras av särskilt ackrediterade besiktningsorgan.

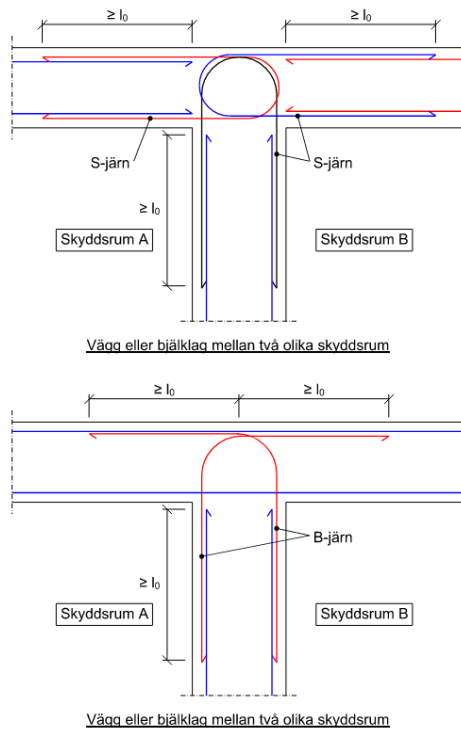
Vid detaljutformning i anslutningar mellan väggar, golv och tak ska armeringsutformning med mötande slingor beaktas, mängden armering skiljer sig en aning för inåtgående och utgående hörn, se Figur 24.



Figur 24: Armeringsutformning vid anslutning inom hörnområde (Figur 6:42b, SR 15).

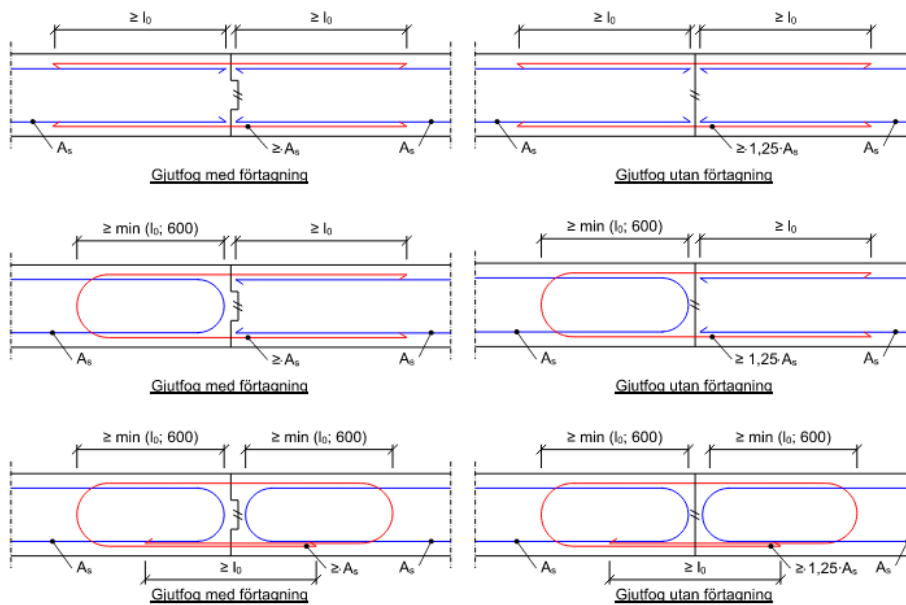


Figur 25: Armeringsutformning vid anslutning mot rak konstruktionsdel inom samma skyddsrum (Figur 6:42c, SR 15).



Figur 26: Armeringsutformning vid anslutning mot rak konstruktionsdel mellan två olika skyddsrum (Figur 6:42dc, SR 15).

Gjutfogar i fält ska utföras schematiskt enligt Figur 27.



Figur 27: Armeringsutförande för gjutfog i fält (Figur 6:43c, SR 15).

## A.2 Historik

I detta avsnitt görs en kort summering av vad det står om prefabricering i de senaste versionerna av skyddsrumregler. Samtlig information nedan hämtas från rubricerad skyddsrumregel om inget annat anges i texten.

### **Skyddsrumslagena SR 15 (MSB, 2024):**

Utdrag från *kapitel 6:0 Allmänna förutsättningar*:

Skyddsrummet förutsätts bli utfört som en armerad, massiv betongkonstruktion. Förutom skyddsrummet ska även stigschakt och förstärkt utrymningsväg dimensioneras med hänsyn till de förutsättningar som anges i SR. Med undantag av betongelement för igensättning av reservutgång godtas inte förtillverkade element som kraftupptagande delar i skyddsrummets stomme, i stigschakt eller i bjälklag ovan förstärkt utrymningsväg.

*Figur 28: Utdrag från kapitel 6:0 Allmänna förutsättningar, SR 15. (MSB, 2024)*

### **Skyddsrumslagena SR 09 (MSB, 2012):**

Utdrag från *kapitel 3:11 Förutsättningar*:

Skyddsrummet förutsätts bli utfört som en armerad, massiv betongkonstruktion. Vid dimensionering skall de europeiska konstruktionsstandarderna tillämpas med beaktande av vad som särskilt sägs i detta kapitel. För utrymmets freds användning gäller gängse byggregler.

*Figur 29: Utdrag från kapitel 3:11 Förutsättningar, SR 09. (MSB, 2009)*

Utdrag från *kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement*:

*För att uppfylla kraven på skyddsrummets tålighet enligt funktionskraven i bilaga A måste särskilda krav på samverkan ställas på konstruktioner där viss del gjuts i förväg och viss del gjuts på byggplatsen. Följande utförande godtas:*

Nedan angivna dimensioneringskrav skall, tillsammans med övriga krav på ett skyddsrum, uppfyllas för förtillverkade skalelement. Varje element skall vara identifierbart genom information i bygghandlingarna och märkning på elementet. Intyg enligt kapitel 1 skall finnas för sådant som inte kan kontrolleras på byggarbetsplatsen. Varje skyddsrum skall beräknas och redovisas separat.

1. Skjuvarmering skall inläggas för hela skjuvkraften mellan skal och platsgjutning.
2. Betongtjocklek och armeringsinnehåll skall minst vara samma som för begränsningsvägg utan motfyllning.
3. Skarvlängden för armering i platsgjutning som ansluter till armering i skalet skall vara minst  $1,25l_j$ , där  $l_j$  beräknas enligt 3:41. Där såväl armeringen i platsgjutningen som armeringen i skalet utförs som slutna byglar, får kravet på minsta skarvlängd ersättas med krav på mötande och omlottliggande armeringsslingor enligt 3:42. Avståndet mellan skalet och armeringen i platsgjutningen skall vara minst 10 mm, vilket skall säkerställas med distanser på armeringen.
4. Fogar mellan skalelement skall betraktas som gjutfogar.
5. Ingjutningsgods skall gjutas in samtidigt med att skalet gjuts.

*Figur 30: Utdrag från kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement, SR 09. (MSB, 2009)*

### **Skyddsrumslagena SR 06 (MSB, 2006):**

Utdrag från *kapitel 3:11 Förutsättningar*:

Skyddsrummet förutsätts bli utfört som en armerad, massiv betongkonstruktion. För utrymmets freds användning gäller gängse byggregler, vilka förutsätts kända.

*Figur 31: Utdrag från kapitel 3:11 Förutsättningar, SR 06. (MSB, 2006)*

Utdrag från *kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement*:

*För att uppfylla kraven på skyddsrummets tålighet enligt funktionskraven i bilaga A måste särskilda krav på samverkan ställas på konstruktioner där viss del gjuts i förväg och viss del gjuts på byggplatsen. Följande utförande godtas:*

Nedan angivna dimensioneringskrav skall, tillsammans med övriga krav på ett skyddsrum, uppfyllas för förtillverkade skalelement. Varje element skall vara identifierbart genom information i bygghandlingarna och märkning på elementet. Intyg enligt kapitel 1 skall finnas för sådant som inte kan kon-



trolleras på byggarbetsplatsen. Varje skyddsrum skall beräknas och redovisas separat.

1. Skjuvarmering skall inläggas för hela skjuvkraften mellan skal och platsgjutning.
2. Betongtjocklek och armeringsinnehåll skall minst vara samma som för begränsningsvägg utan motfyllning.
3. Skarvlängden för armering i platsgjutning som ansluter till armering i skalet skall vara minst  $1,25l_j$ , där  $l_j$  beräknas enligt 3:41. Där såväl armeringen i platsgjutningen som armeringen i skalet utförs som slutna byglar, får kravet på minsta skarvlängd ersättas med krav på mötande och omlottliggande armeringsslingor enligt 3:42. Avståndet mellan skalet och armeringen i platsgjutningen skall vara minst 10 mm, vilket skall säkerställas med distanser på armeringen.
4. Fogar mellan skalelement skall betraktas som gjutfogar.
5. Ingjutningsgods skall gjutas in samtidigt med att skalet gjuts.

*Figur 32: Utdrag från kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement, SR 06. (MSB, 2006)*

### **Skyddsrumreglerna SR 03 (MSB, 2003):**

Utdrag från *kapitel 3:11 Förutsättningar*:

Skyddsrummet förutsätts bli utfört som en armerad, massiv betongkonstruktion. För utrymmets freds användning gäller gängse byggregler, vilka förutsätts kända.

*Figur 33: Utdrag från kapitel 3:11 Förutsättningar, SR 03. (MSB, 2003)*

Utdrag från *kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement*:

*För att uppfylla kraven på skyddsrummets tålighet enligt funktionskraven i bilaga A måste särskilda krav på samverkan ställas på konstruktioner där viss del gjuts i förväg och viss del gjuts på byggplatsen. Följande utförande godtas:*

Nedan angivna dimensioneringskrav skall, tillsammans med övriga krav på ett skyddsrum, uppfyllas för förtillverkade skalelement. Varje element skall

vara identifierbart genom information i bygghandlingarna och märkning på elementet. Intyg enligt kapitel 1 skall finnas för sådant som inte kan kontrolleras på byggarbetsplatsen. Varje skyddsrum skall beräknas och redovisas separat.

1. Skjuvarmering skall inläggas för hela skjuvkraften mellan skal och platsgjutning.
2. Betongtjocklek och armeringsinnehåll skall minst vara samma som för begränsningsvägg utan motfyllning.
3. Skarvlängden för armering i platsgjutning som ansluter till armering i skalet skall vara minst  $1,25l_j$ , där  $l_j$  beräknas enligt 3:41. Där såväl armeringen i platsgjutningen som armeringen i skalet utförs som slutna byglar, får kravet på minsta skarvlängd ersättas med krav på mötande och omlottiggande armeringsslingor enligt 3:42. Avståndet mellan skalet och armeringen i platsgjutningen skall vara minst 10 mm, vilket skall säkerställas med distanser på armeringen.
4. Fogar mellan skalelement skall betraktas som gjutfogar.
5. Ingjutningsgods skall gjutas in samtidigt med att skalet gjuts.

*Figur 34: Utdrag från kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement, SR 03. (MSB, 2003)*

### **Skyddsrumslagena SR 98 (MSB, 1998):**

Utdrag från *kapitel 3:11 Förutsättningar*:

Skyddsrummet förutsätts bli utfört som en armerad, massiv betongkonstruktion. För utrymmets freds användning gäller gängse byggregler, vilka förutsätts kända.

*Figur 35: Utdrag från kapitel 3:11 Förutsättningar, SR 98. (MSB, 1998)*

Utdrag från *kapitel 3:25 Förtillverkade skalelement*:

*För att uppfylla kraven på skyddsrummets tålighet i bilaga A måste särskilda krav på samverkan ställas på konstruktioner där viss del gjuts i förväg och viss del gjuts på byggsplatsen. Följande utförande godtas:*

Nedan angivna dimensioneringskrav skall, tillsammans med övriga krav på ett skyddsrum, uppfyllas för förtillverkade skaelement. Varje element skall vara identifierbart genom information i bygghandlingarna och märkning på elementet. Intyg enligt kapitel 1 skall finnas för sådant som inte kan kontrolleras på byggarbetsplatsen. Varje skyddsrum skall beräknas och redovisas separat.

1. Skjuvarmering skall inläggas för hela skjuvkraften mellan skal och platsgjutning.
2. Betongtjocklek och armeringsinnehåll skall minst vara samma som för begränsningsvägg utan motfyllning.
3. Skarvlängden för armering i platsgjutning som ansluter till armering i skalet skall vara minst  $1,25l_j$ , där  $l_j$  beräknas enligt 3:41. Där såväl armeringen i platsgjutningen som armeringen i skalet utförs som slutna byglar, får kravet på minsta skarvlängd ersättas med krav på mötande och omlottliggande armeringsslingor enligt 3:42. Avståndet mellan skalet och armeringen i platsgjutningen skall vara minst 10 mm, vilket skall säkerställas med distanser på armeringen.
4. Fogar mellan skaelement skall betraktas som gjutfogar.
5. Ingjutningsgods skall gjutas in samtidigt med att skalet gjuts.

*Figur 36: Utdrag från kapitel 3:25 Förtillverkade skaelement, SR 98. (MSB, 1998)*

### **Skyddsrumreglerna SR 92 (MSB, 1992):**

Utdrag från kapitel 3:1 Allmänt:

**Föreskrifterna i kapitel 1 ställer krav på skyddsrummets tålighet mot vapenverkan. Detta kapitel behandlar konstruktioner för ett skyddsrum som utförs som en armerad, massiv betongkonstruktion. Om kapitlet tillämpas i sin helhet så erhålls ett utförande som uppfyller kraven i kapitel 1.**

*Figur 37: Utdrag från kapitel 3:1 Allmänt, SR 92. (MSB, 1992)*

## Bilaga B. Prefabricerade skyddsrum

### B.1 Svenskt koncept - Preconform, Heidelberg Materials

I följande avsnitt beskrivs ett tidigare godkänt koncept för halvprefabricerade skyddsrum, underlaget är tillhandahållet av Magnus Fridvall 2024-05-28, Heidelberg Materials. Skyddsrumskonceptet heter Preconform och tillhör Heidelberg Materials, godkändes 1 juli 1995. Konceptet upphörde att gälla när skyddsrumslagena *Skyddsrum SR 15* trädde i kraft.

Prefabkonceptet avser ett system för byggande av skyddsrum med skalelement. Skalelementen tillverkades i fabrik och fraktades till arbetsplatserna med huvuddelen av armeringen och ingjutningsgodset inmonterat. På arbetsplatsen vid montage kompletteras armering mellan skarvar och i bjälklag. Vid färdigt montage igjuts elementen med betong. Vid användning av detta system kontrolleras skjuvning mellan skalbetongen och den nygjutna betongen, betongen antas inte ta någon skjuvarmering, det ska läggas armering för hela skjuvkraften. Jämfört med plattsgjutning ska skarvlängden i skalelementen ökas 25% och kompletterande armering placeras minst 10mm från skalbetongen. Skarvarna mellan elementen betraktas som gjutfogar vad gäller armeringsarean och armeringen genom en fog ska vara minst 1,25 As inom skarvlängden var sida om fogen. Vid tillverkning i fabrik ska skyddsrumprodukterna gjutas fast samtidigt som elementen gjuts.

#### Utdrag från föreskrifter för vägg- och plattelement

<u>FÖRESKRIFTER FÖR VÄGG-ELEMENT (VE).</u>	<u>FÖRESKRIFTER FÖR PLATT-ELEMENT (PLE).</u>
<p><b>GÄLLANDE BESTÄMMELSER.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Skyddsrumslag SR Första Utgåvan</li><li>2. Bestämmelser för betongkonstruktioner BBK 79.</li><li>3. STÅL BSK.</li></ol> <p><b>KONSTRUKTIONSNORMER.</b></p> <p>Väggelement och plattbärlagselement dimensioneras enligt Skyddsrumslag SR. Kontroll utföres dels enligt separat översänd kontrollplan, dels genom anvisningar för tilläggskontroll på respektive montageplan.</p>	
<p><b>BETONG.</b></p> <p>Väggelement Btg I <math>\geq K30</math> Igjutning Btg II <math>\geq K30</math> vct <math>\leq 0.6</math> Stenmax 16 mm. Insida vägg avsedd för igjutning utföres som skrovlig yta uppmätt enligt: SS 812005 till minst s=1.5 mm.</p>	<p><b>BETONG.</b></p> <p>Plattelement Btg I <math>\geq K30</math> Pågjutning Btg II <math>\geq K30</math> Formrivningshållfasthet: min 20 MPa. Översida plattelement avsedd för pågjutning utföres som skrovlig yta uppmätt enligt: SS 812005 till minst s=1.5 mm.</p>
<p><b>TÄCKANDE BETONGSKIKT.</b></p> <p>Utsida yttervägg 25 mm. Insida yttervägg 15 mm. Innervägg 15 mm. I övrigt gäller BBK 79 kapitel 3.9.5.</p>	<p><b>TÄCKANDE BETONGSKIKT.</b></p> <p>I underkant 15 mm I överkant 20 mm I övrigt gäller BBK 79 kapitel 3.9.5.</p>
<p><b>ARMERING.</b></p> <p>Varmvalsad armering av kvalitet Ks500ST alt. Ks400S eller Ks600S.</p>	<p><b>ARMERING.</b></p> <p>Varmvalsad armering av kvalitet Ks500ST alt. Ks400S eller Ks600S.</p> <p>Armeringsbalk: över- och undertråd Ps500 diagonal Ss500</p> <p>Utnyttjas endast i transport- och montagesyfte.</p>

#### UPPSTICKANDE ARMERING

Dubbelarmerade yttreväggar uppstick av slutna byglar sträckan l<sub>j</sub>.

Innerväggar centriskt uppstick av raka järn 1,5 x l<sub>j</sub>.

#### IGJUTNING AV VÄGGAR.

I väggelementen får ej cellplast, lös betong och dylikt förekomma.

Samtliga väggar skall sättas i bruk med min. tryckhållfasthet lika igjutningsbetong.

I samband med pållning se till att elementen står i lod och med vågrät överkant.

Bevattnings av väggen invändigt utförs i god tid före gjutning för att elementskivorna skall hinna suga upp vatten. Även omedelbart före gjutning utförs en bevattning.

Betongen fördelas likförmigt med stighöjden

1 m/tim. Vibrering skall ske efter varje gjutskikt.

Ett gjutskikt begränsas normalt till 0,3 a 0,5 m.

Före igjutning får ej vatten förekomma i bottenplattans ursporing.

#### HANTERINGSANVISNINGAR.

VE skall lyftas enbart i ingjutna lyftdon.

VE skall transporteras, lagras och lyftas stående.

VEs egenvikt överförs till underlaget med mellanlägg då elementen transporteras lutande.

VE som transporteras liggande på kant, vänds till sitt monteringsläge i speciell vagg, som tillhandahålls av Precon.

#### STANSARMERING ÖVER PELARE

Erforderlig bygelmängd levereras ingjutna i plattbärlag.

#### PÅGJUTNING.

PLE skall vara väl rengjord från smuts och hårdnad cementslam. Plattskarvar får ej täckas med plastfolie. Ytan vattnas i god tid före gjutning.

Obs! Betongen får ej störtas på PLE vid gjutning. Före pågjutning får ej löst vatten förekomma på plattelementet.

#### STÄMPNING.

PLE läggs på bockryggar vinkelrätt mot PLEs armeringsbalkar med max avstånd enligt ritning S2. PLE skall understödjas på hela sin bredd med fast stämp. Ej friktionsstämp. Vid stukning eller kopning av armeringsbalkens övertråd skall extra bockryggar uppsättas. Om diagonaltråden skall klippas klipps denna vid övertråden och bockas åt sidan. PLE smalare än 1,5 m med räcketfästen säkras mot tipping.

## BYGGNADSNÄMNDENS KONTROLL

Före igjutning av väggar och gjutning av bjälklag skall kommunens byggnadsnämnd kontaktas för delbesiktning av skyddsrummet.

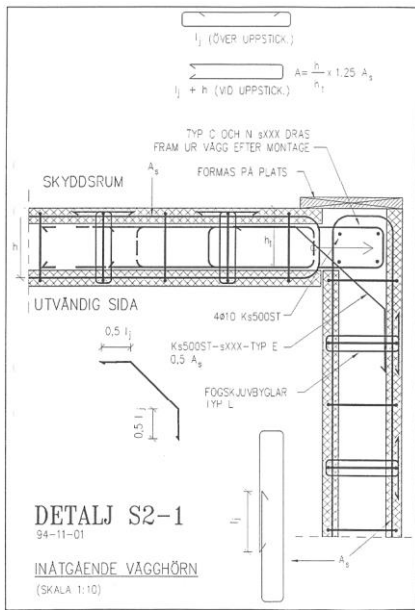
## HÄNVISNING

Se tillhörande ritning S2.

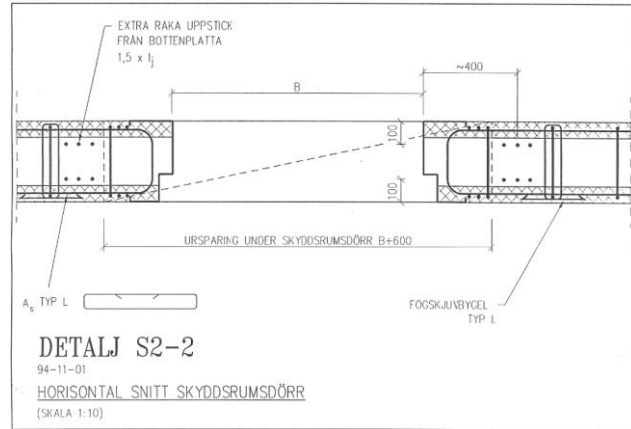
Tillverknings-, montage- och armeringsritning uccritas separat för varje objekt.

*Figur 38: Utdrag från föreskrifter för vägg- och plattelement.*

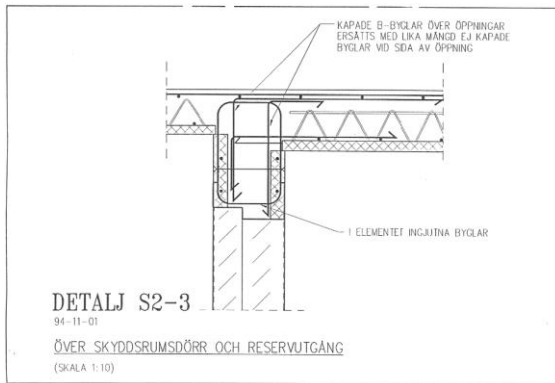




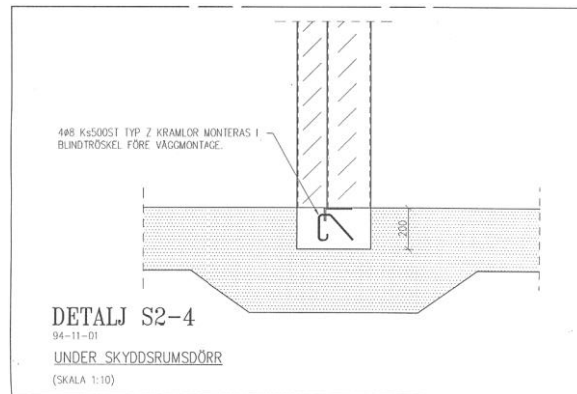
Figur 43: Detalj S2-1, koppling inåtgående vägghörn.



Figur 44: Detalj S2-2, horisontalsnitt skyddsrumsdörr.



Figur 45: Detalj S2-3, utformning över skyddsrumsdörr och reservutgång.



Figur 46: Detalj S2-4, utformning under skyddsrumsdörr.

## Bilaga C. Enkätstudie

I följande avsnitt sammanställs resultatet från enkäten som skickades ut till byggbranschen. Enkäten skapades i Microsoft Forms och distribuerades ut genom referensgruppen till lämpliga personer inom byggbranschen.

### C.1 Enkätfrågor

Nedan redovisas enkätens utformning i sin helhet.

## Prefabricerade skyddsrum

Enkäten är anonym och tar ca 5 min att besvara. Enkäten är tillgänglig att fylla i under perioden 6 maj- 30 juni 2024.

Följande enkätstudie är en del av SBUF-projektet "SBUF 14309: Prefabricerade skyddsrum som personskydd" vars syfte är att undersöka och ge förslag på hur ett koncept med prefabricerade skyddsrum hade kunnat se ut i Sverige idag. Enligt dagens gällande skyddsregler, SR 24, är prefabricering ingen godtagbar byggmetod, det som föreskrivs är enbart platsgjutna skyddsrum.

Enkätstudien syftar till att få en generell syn kring hur byggbranschen ser på prefabricering inom uppförandet av skyddsrum. Projektet genomförs av Skanska, avdelning Teknik, tillsammans med en referensgrupp bestående av entreprenörer, prefableverantörer, skyddsrumssakkunniga och leverantörer av skyddsrumprodukter. Kontaktuppgifter till projektledare ses nedan:

Nilesh Timmerbäck.  
E-post: [nilesh.timmerback@skanska.se](mailto:nilesh.timmerback@skanska.se)  
Tel nr.: 0104495562

Avsnitt 1

### Din roll & erfarenheter i byggbranschen

Frågor syftar till att få en uppfattning av dina erfarenheter och roll i byggbranschen

1. Vilken roll har du idag inom byggbranschen? \*

Möjlighet till flera svarsalternativ finns.

- Entreprenör
- Prefableverantör
- Skyddsrumssakkunnig
- Konstruktör
- Leverantör/tillverkare av skyddsrumsutrustning
-



2. Hur många års erfarenhet har du inom rollen? \*

- < 2 år
- 2-5 år
- 6-15 år
- 16-25 år
- 26-35 år
- > 35 år

3. Har du någon gång varit involverad i ett projekt som innefattar ett skyddsrum? Exempelvis vid projektering, produktion, kontroll eller komponenttillverkning. \*

- Nej
- Ja

4. Om du svarade ja på fråga 3; i vilket av nedan sammanhang stämmer? \*

Möjlighet till flera svarsalternativ finns.

- Projektering - Nybyggnad
- Projektering - Ombyggnad
- Produktion - Nybyggnad
- Produktion - Ombyggnad
- Tillsyn/kontroll/besiktning
- Annat

## Prefabricerade skyddsrum som alternativ till platsgjutna skyddsrum

Frågor syftar till att få en samlad bild kring hur byggbranschen ser på möjligheten att använda prefabricering som alternativ till dagens byggmetod (platsgjutning) för skyddsrum.

Använd kommentarsfältet i fråga 10 om du vill utveckla dina svar i fråga 5-9.

5. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

\*

	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsiikt
Arbetsmiljö vid byggproduktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kvalité på slutprodukt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skyddsrummets robusthet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilitet i utformningen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Återbrukbarhet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

\*

	Mycket lägre	Lägre	Neutral	Högre	Mycket högre	Ingen uppfattning/åsiikt
Projekteringskostnad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produktionskostnad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Klimatavtryck	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

\*

Förklaringar:

(\*) Avser byggtiden för ett enstaka skyddsrum, dvs byggnation och montage på plats.

	Mycket kortare	Kortare	Neutral	Längre	Mycket längre	Ingen uppfattning/ åsikt
Projekteringstid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produktionstid (*)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

\*

Förklaringar:

(\*) Inkluderar framtagning av bygghandlingar för skyddsrummet i fråga

(\*\*) Inkluderar alla kontroller i både fabrik till färdigt montage på byggarbetsplatsen

	Förenklar	Neutral	Försvårar	Ingen uppfattning/ åsikt
Kontrollsystem för projektering (*)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kontrollsystem vid tillverkning/byggproduktion (**)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektering	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planering av inköp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

\*

Förklaringar:

(\*) Avser hantering på arbetsplatsen i form av produktionskostnad.

(\*\*) Avser skyddsrummets totala underhåll i form av kostnad under hela livslängden, exempelvis pga reparationer och installationer.

	Mycket mindre	Mindre	Neutral	Mer	Mycket mer	Ingen uppfattning/ åsikt
Hantering på arbetsplatsen(*)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materialspill	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Underhåll (**)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Övrig kommentar/reflektion i anknytning till fråga 5-9? \*

Ange ditt svar

11. Tror du prefabricering av skyddsrum (helprefab/halvprefab) kan vara ett bra alternativ till dagens tillåtna byggmetod (platsgjutning)? \*

- Ja
- Nej
- Ingen uppfattning/åsikt

Avsnitt 3

## Övrigt

12. Är det något du vill tillägga eller som kan vara av betydelse för projektets framdrift/resultat?

Ange ditt svar

13. Vill du bli kontaktad efter enkätstudien för vidare diskussioner? \*

- Ja
- Nej

14. Ange dina kontaktuppgifter som vi kan nå dig på. \*

Ange ditt svar

Tack för din medverkan! P.S. Glöm inte att skicka in svaret nedan

Resultatet från projektet kommer publiceras på SBUF:s hemsida under slutet på året. Har du några funderingar kring studien är du välkommen att kontakta mig:

Nilesh Timmerbäck  
 E-post: [nilesh.timmerback@skanska.se](mailto:nilesh.timmerback@skanska.se)  
 Tel nr.: 0104495562

Skicka in svaret till oss genom att klicka på "Skicka" nedan.

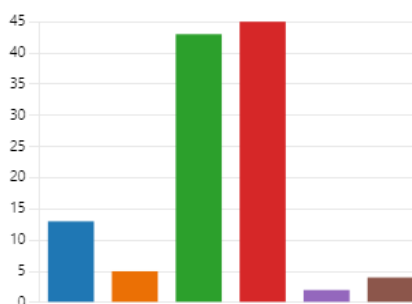
## C.2 Resultat

Nedan presenteras resultaten erhållna från enkäten, totalt antal svarande var **69 personer**.

1. Vilken roll har du idag inom byggbranschen?

[Mer information](#)

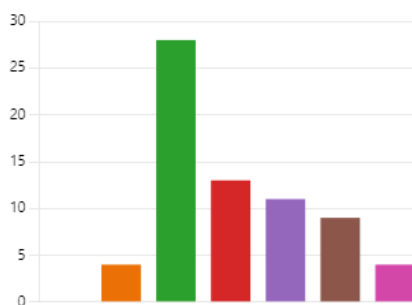
● Entreprenör	13
● Prefableverantör	5
● Skyddsrumssakkunnig	43
● Konstruktör	45
● Leverantör/tillverkare av skyddsrum	2
● Annat	4



2. Hur många års erfarenhet har du inom rollen?

[Mer information](#)

● < 2 år	0
● 2-5 år	4
● 6-15 år	28
● 16-25 år	13
● 26-35 år	11
● > 35 år	9
● Annat	4



3. Har du någon gång varit involverad i ett projekt som innefattar ett skyddsrum? Exempelvis vid projektering, produktion, kontroll eller komponenttillverkning.

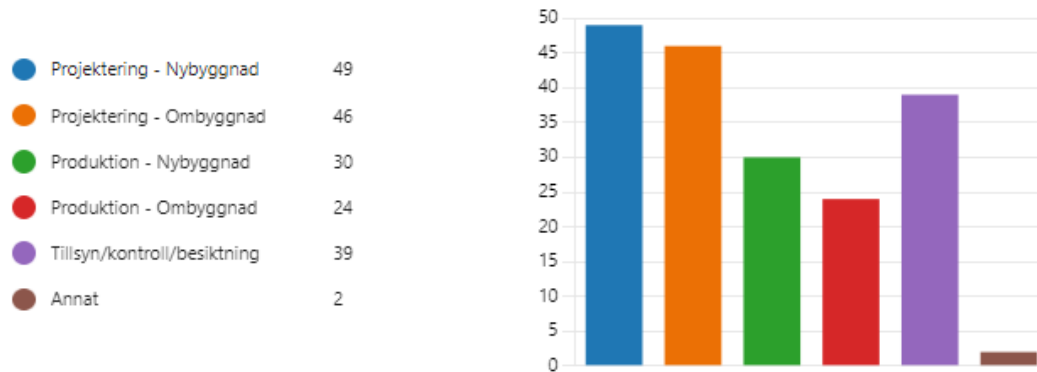
[Mer information](#)

● Nej	4
● Ja	65



4. Om du svarade ja på fråga 3; i vilket av nedan sammanhang stämmer?

[Mer information](#)



5. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

	Mycket sämre	Sämre	Neutral	Bättre	Mycket bättre	Ingen uppfattning/åsikt
Arbetsmiljö vid byggproduktion	1%	1%	9%	51%	36%	1%
Kvalité på slutprodukt	6%	19%	42%	20%	7%	6%
Skyddsrummets robusthet	12%	36%	36%	7%	1%	7%
Flexibilitet i utformningen	7%	48%	23%	19%	1%	1%
Återbrukbarhet	0%	4%	42%	25%	15%	15%

6. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

	Mycket lägre	Lägre	Neutral	Högre	Mycket högre	Ingen uppfattning/åsikt
Projekteringskostnad	3%	35%	41%	17%	1%	3%
Produktionskostnad	3%	61%	26%	6%	0%	4%
Klimatavtryck	0%	44%	41%	6%	1%	9%

7. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

	Mycket kortare	Kortare	Neutral	Längre	Mycket längre	Ingen uppfattning/åsikt
Projekteringstid	4%	23%	44%	26%	1%	1%
Produktionstid	26%	65%	7%	1%	0%	0%

8. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

	Förenklar	Neutral	Försvårar	Ingen uppfattning/åsikt
Kontrollsystem för projektering	17%	59%	16%	7%
Kontrollsystem vid tillverkning/byggnation	28%	36%	30%	6%
Projektering	20%	57%	16%	7%
Planering av inköp	38%	44%	7%	12%

9. Bocka i de svar du tror prefabricering kan innebära jämfört med platsgjutning av skyddsrum.

	Mycket mindre	Mindre	Neutral	Mer	Mycket mer	Ingen uppfattning/åsikt
Hantering på arbetsplatsen	12%	57%	17%	6%	1%	7%
Materialspill	17%	64%	17%	0%	0%	1%
Underhåll	0%	12%	65%	12%	6%	6%

## 10. Övrig kommentar/reflektion i anknytning till fråga 5-9?

### 69 Svar

ID ↑	Namn	Svar
1	anonymous	Precisionen i gjutningen borde bli bättre, och då kan även en del nya spännande ingjutningsgods tas fram för infästning av lös utrustning.
2	anonymous	Mer kontroll på prefabelement
3	anonymous	regelverket måste förändras om prefab ska kunna användas. om prefab ska kunna användas för skyddsrum så blir hörn och anslutning mellan golv, vägg och tak avgörande.
4	anonymous	I stort är det samma arbete som skall utföras men på olika platser och kanske fler inblandade konsulter.
5	anonymous	Jag har varit sakkunnig i 2 projekt med prefabricerade skyddsrum på den tiden de var godkända att använda. Inga problem i sig men prefab har sina för och nackdelar som alla andra byggsätt. För övrigt har vi ritat betongprefab i 25år så vi har god erfarenhet av prefab generellt.
6	anonymous	Prefab/halvprefab är möjligt men hade troligen resulterat i ett skyddsrum med sämre motståndsförmåga och täthet.
7	anonymous	Vissa typer av skyddsrum lämpar sig sannolikt mycket väl att prefabriceras än andra. Exempelvis ett fristående skyddsrum ovan jord.
8	anonymous	Prefabricering av skyddsrum är ett sämre alternativt då det är svårt att få till samma robusthet/segghet samt täthet som vid en platsgjuten produkt.
9	anonymous	Prefabricering vid nybyggnad av fristående rektangulära skyddsrum, då är det mycket som borde bli enklare produktionsmässigt, men när det kommer till skyddsrum i källare under ovanförliggande hus är jag mer tveksam till. Kontrollfunktionen skyddsrumssakkunnig enligt dagens regelverk innebär resor för den sakkunnige till prefab-leverantörens produktionsplats jfr med slutproduktens placering. Prefabskyddsrummets fabriksplacering är även en säkerhetsfråga, inte bara en teknikfråga.
10	anonymous	Jag anser att möjlighet till prefabricering av skyddsrum kan bidra till att underlätta för de flesta aktörer i byggbranschen då det är en komplex egenskap hos en byggnad som ska integreras i övrig byggnation. Tillåtelse att bygga med prefabricerade element borde kunna möjliggöra andra lösningar för civilt fysiskt skydd och på kortare tid.
11	anonymous	Var tidigare positivt till prefab av skyddsrum, men ju mer jag jobbat med nyproduktion (kvalificerad sakkunnig), desto mer känns det som helhet rimligt att skyddsrum ska utföras platsgjutna. Risken för fel i projekteringsledet blir för stor om ytterligare aktör (prefab-lev) ska läggas till, tror mer på tätt samarbete A/K/kval. sakkunnig. Produktionsmässigt borde skyddsrum vara en relativt liten del av helheten av byggnaden, så det man sparar kostnads mässigt med prefab i skyddsrum vet jag inte hur mkt det ger. Min erfarenhet är att "gubbarna på plats" tvärtom uppskattar arbetet med platsgjutna betongkonstruktioner.

12	anonymous	Inget att tillägga.
13	anonymous	Inga kommentarer
14	anonymous	Nej
15	anonymous	platsgjutning eller Prefab båda är bra alternativa och det är bra att ha fler alternativ och flexibilitet.
16	anonymous	Jag tror att anslutningspunkter mellan olika prefab-element är den största utmaningen att lösa med hänsyn till bärigheten och tätheten. Däremot kan det vara möjligt att bygga utrymningsvägar/stigschakt med prefab då kraven inte är lika höga.
17	anonymous	54
18	anonymous	Förutsättning för ett lyckat utfall av prefabricerade skyddsrum är om man kan undvika platsgjutningar och hitta andra skarvmetoder. Då kan hela proceduren bli mycket effektivare än dagens platsbyggda skyddsrum. Det krävs dock ett visst nytänk konstruktivt sett. Problematiken med anslutningar mellan bottenbjälklag och väggar är en stötesten. Det skulle även vara möjligt att flytta skyddsrum från ett ställe till ett annat efter behov förutsatt att man kan utveckla godtagbara lösningar för anslutningar. Det finns som jag ser det goda möjligheter om man släpper låsningen till dagens byggande av skyddsrum.
19	anonymous	Inga kommentarer
20	anonymous	Samma kontroll- och projekteringsarbete fördelas ut på fler aktörer vilket kan bli inkonsekvent
21	anonymous	INGA KOMMENTARER
22	anonymous	Prefabricerade skyddsrum kan fungera som enskilda byggnader. Jag tror att det kommer fungera sämre som en del av ett flerbostadshus etc.
23	anonymous	Mina tankar går oavkortat till fog mellan element, hur den kan utföras på ett gastätt sätt samt motstå vapenlast. Går det att hitta lösningar på dessa frågor är jag positivt inställd till prefabricerade skyddsrum.
24	anonymous	Pkt 5, kvalitet robusthet etc. beror ju på specifikt utförande och kan inte kommenteras generellt. För 25 år sedan var jag med och konstruerade Abetongs typgodkända skyddsrum med skalvägg och plattbärlag de gick ju att armera ihop så att ett relativt segt brott kunde uppnås, med helprefab tror jag det kan bli svårare att uppfylla dagens krav i SR på seghet och täthet.
25	anonymous	X
26	anonymous	Nej
27	anonymous	-



28	anonymous	<p>Prefabricering av skyddsrum kommer ställa högre krav på kontrollsystem och kontroll utförd av skyddsrumssakkunnig på fabrik jämfört med platsgjutning. Det finns stor risk att slentrian infinner sig vid upprepad tillverkning av prefabricerade element jämfört med unik tillverkning av skyddsrum på arbetsplats vilket kommer kräva noggrannare kontroller av sakkunnig. Den sakkunnige bör också vara tredje part som upphandlas av byggherre eller byggtreprenör och inte någon som tillhandahålls/betalas av prefabtilverkaren för att minska risk för slentrian vid kontroll och frågetecken om jäv. Fördelen med prefabtilverkning är förutom arbetsmiljö är möjlighet till ökad kontroll vid ingjutning och enklare ingjutning av ingjutningsgods och karmar med minskad risk för slagning mm då väggar kan gjutas liggande istället för stående.</p>
29	anonymous	<p>Jag tror prefab kan förenkla projektering och produktion, men frågan är nog snarare hur man säkerställer lastkapacitet och tex strålningstäthet. Många frågor som behöver svar innan jag är övertygad, men det är en intressant fråga!</p>
30	anonymous	<p>Det som kan bli en utmaning i kontrollskedena är Kval.SRG's kompetens i prefab-konstruktioner, framför allt projekteringskontrollerna. Det är lite av en specialistkompetens att vara Prefab-konstruktör då en hel del skiljer sig från att vara "vanlig allmänkonstruktör" (som de flesta Kval.SRG är). I normala projekteringsarbeten fungerar det som så att allmänkonstruktören räknar hem konstruktionen som en platsgjuten konstruktion och därefter skickar över konstruktionen till en prefab-konstruktör som gör egen dimensionering av element, elementkopplingar, lyft- och transportsituationen osv. Detta blir allmänkonstruktören sällan eller aldrig inblandad i, man får i princip endast veta att själva geometrin är ok. Därför förutspår jag att det inte är många Kval.SRG som har tillräckligt gedigen kompetens inom prefab för att kunna kontrollera prefab med god kvalitet. Det går säkert att hantera med kompletterande utbildning av Kval.SRG, men det behöver beaktas i bedömningen. För om väldigt få har kompetens nog för att kontrollera prefab, kan det bli tokigt att tillåta prefab.</p>
31	anonymous	<p>Grundläggningen går nog inte att utföra i prefab. Väggar och tak skall vara gastätt och behöver troligen utföras som hybrid där de prefabricerade delarna gjuts ihop på plats. Men man skulle nog med fördel kunna ha prefabricerade delar tex hörnelement, väggelement med skr.dörr, element med reservutgång mm. Ingjutningsgods för skyddsrum behöver nog tyvärr anpassas efter varje enskilt skyddsrum. Kopplingar mellan element, tex mellan vägg och tak får specialutformas om man inte kör med platsgjuten ihopkoppling för att uppfylla krav i SR24. Vidare skulle man kunna ha "standardskyddsrum" där aktuell byggnad istället får anpassa sig till skyddsrummets utformning, detta skulle göra det både rationellt och ekonomiskt. Som upplysning kan jag säga att skyddsrumsutrustningen till ett 120 platsers skyddsrum kostar ca 600 - 700 000 SEK.</p>


32	anonymous	Prefab skulle främst förenkla produktionen. Vissa lösningar i SR måste förenklas för att prefab skall fungera
33	anonymous	Intressant, synd att man är till åren kommen + 80.
34	anonymous	Jag tror inte på prefabricerat när det gäller skyddsrum. Gastätheten äventyras. Prefab på själva skyddsrummet och platsgjutet i övrigt, det blir konstigt. Betong "rör" sig och det gör den mindre om skyddsrummet görs som en enhet. Platsgjutet och sedan prefab runt omkring, Okej!
35	anonymous	Tror det blir svårt att integrera i vanlig produktion
36	anonymous	-Jag tror att prefabricering av skyddsrum skulle kunna fungera. Däremot så så finns det en risk att kontrollfunktionen blir sämre då prefabricerade produkter har en tendens till sämre kontroll mot dagens system där sakkunnige är med under produktionen. Om man ser till de skyddsrum som projekteras idag finns en risk att de kommer behöva platsgjutas ändå pga komplexitet i stommen.
37	anonymous	Allt beror på komplexiteten i den helheten av byggnaden. Det byggs inte så många fristående skyddsrum utan oftast är de integrerade i byggnaden som helhet.
38	anonymous	-
39	anonymous	Beror ju mycket på hur de prefabricerade SR utformas. Är det ett fåtal typexempel eller projektpassat?
40	anonymous	Svårt att få robusthet jämfört med platsgjutning av Skyddsrum. Byggnadskvalitet blir svår att uppfylla vid prefabricerade konstruktioner. Alla byggnader med skyddsrum är unika.
41	anonymous	Spontant ser jag fler problem än lösningar med prefabricerade skyddsrum. Som exempel skulle en kvalificerad sakkunnig behöva närvara för kontroll i samband med gjutning av element, närvara på byggarbetsplatsen för att kontrollera montage och verifiera kopplingar samt att inget skadats under transport etc etc.
42	anonymous	Några begrepp skulle behöva definieras. Vad menas med kvalitet? Jag tolkar det som produktens förmågan att uppfylla sin funktion. Skyddsrummets skyddsförmåga är beroende av vilken prefabriceringsgrad som avses. Det har tidigare funnits system för en viss prefabricering med skalväggar. Det systemet är inte längre en godkänd metod. Jag är tveksam om man kan uppnå samma bärförmåga och seghet i skyddsrumskonstruktionen som vid platsbyggnad.
43	anonymous	Helprefabricerade skyddsrum känns inte som en bra lösning med avseende på robusthet, men skalväggar och plattbärlag kanske hade kunnat utgöra en viss förenkling och ett snabbare utförande.

44	anonymous	Kontroller i fabrik kan innebära långa resor - dyrare för beställaren.
45	anonymous	Bra att använda sig av prefab
46	anonymous	initiala kostnader är höga vid prefabricering men kan tas igen vid återupprepning.
47	anonymous	.
48	anonymous	De absolut största fördelarna jag ser med prefabricerade element är förbättrad arbetsmiljö och kortare produktionstid.
49	anonymous	Tids effektivare
50	anonymous	-
51	anonymous	Prefbricering av skyddsrum, kommer förmodligen bli billigare att producera och tillverka om man låter prefabtillverkaren stå för dimensionerng och projektering pga att om man jobbar som konstruktör/projektör åt en tillverkningsindustri är man mer kostnadsmedveten och har oftast mer användarvänliga lösningar än om det konstrueras av en allmänkonsult som inte har de tankarna.
52	anonymous	Ingen
53	anonymous	Nej
54	anonymous	Bygger på standardisering av byggsystem
55	anonymous	Om man kan få fram en "typbyggnad" så borde man kunna få en rationell/snabbare projektering och produktion än platsgjutning.
56	anonymous	Det vore strategiskt klokt att införa en standard eller i vart fall en tydlig kravspecifikation med angivna typdetaljer och -lösningar för prefabricerade skyddsrum i olika klasser.
57	anonymous	Svårt att svara för utan att veta prisbild och flexibilitet osv
58	anonymous	Inga
59	anonymous	Det är robustheten jag är osäker på. T.ex. gastätheten efter några smällar. D.v.s. håller det samman lika bra som platsgjutet.
60	anonymous	Det är nog läge att lansera och pusha för en sådan här produkt med tanke på framtida behov. Det är ett annat läge idag än på 70 talet, man har nog möjlighet att uppnå samma robusthet och styrka med prefabalternativet. Prefabtekniken har utvecklats betydligt.
61	anonymous	6: Klimatförbättrad betong kan användas i både platsgjutna och prefab

62	anonymous	.
63	anonymous	Tror det kan vara svårt att säkerställa kvalitet på prefabricerade delar. Skall skyddsrumssakkunnig granska det som idag så krävs fler besök i fabriken, alternativt någon modell med certifierade leverantörer.
64	anonymous	inga kommentarer
65	anonymous	Prefabricering kan nyttjas för standardformer av skyddsrum där tror jag det kan finnas vinning i tid, kostnad och miljö. Men vid mer komplicerad geometri tror jag inte att prefabricerade bärande element är ett vinnande koncept.
66	anonymous	A
67	anonymous	
68	anonymous	Jag tror att med dagens material och ihop dockningar av väggar skulle man kunna förenkla väggarna genom att man bara gjuter ihop skarvlängderna på armeringen och få ett snabbare och mera kostnadseffektivt montage . Med prefabricerade väggar kommer man även att kunna styra täcksckickets noggrannhet mera än på traditionell gjutning då man inte får samma krafter när betongen släpps ner i väggarna.
69	anonymous	Jag fungerar som helhetsleverantör av prefabricerade skyddsrum i Finland. Mina svar baseras på erfarenheter i Finland. När det gäller användningen av prefabricerade skyddsrum jämfört med platsgjutna skyddsrum, är de största orsakerna till att man inte använder prefabricerade skyddsrum i Finland att tidsschemat inte kräver det eller att man vill sysselsätta sina egna arbetare. Prefabricerade skyddsrum används däremot när man vill påskynda byggprojektet eller vill ha en högkvalitativ helhet och vill lägga ut en del av projektet till en elementleverantör.

11. Tror du prefabricering av skyddsrum (helprefab/halvprefab) kan vara ett bra alternativ till dagens tillåtna byggmetod (platsgjutning)?

[Mer information](#)

 Insikter

<span style="color: blue;">●</span> Ja	50
<span style="color: orange;">●</span> Nej	15
<span style="color: green;">●</span> Ingen uppfattning/åsikt	4



12. Är det något du vill tillägga eller som kan vara av betydelse för projektets framdrift/resultat?


32 Svar

ID ↑	Namn	Svar
8	anonymous	Bra med en och samma sakkunnig som följer alla projektets delar
12	anonymous	Fundera på olika alternativ av prefabricering, dvs använda prefab för tillverkning av skalelement med hoparmering och platsgjutning av skalén på arbetsplats kontra helt prefabricerade element med tillhörande problematik med utförande av prefabfogarna samt sammanfogning med platsgjuten bottenplatta.
14	anonymous	Lite spontana frågor/tankar som dyker upp i huvudet är: - Hur man avser att lösa luft- och gastäthet i skarvarna är intressant. - Vilken garanterad livslängd måste man ha på tätningsprodukterna? De går ju inte att byta ut om de blir uttjänta... - Produktionskontroller av prefab-konstruktioner blir speciella. Hur tänker man sig att kontroll av produktionen på fabrik ska gå till? - Många prefableverantörer som verkar i Sverige är utländska och tillverkar sina element i utlandet (framför allt i de baltiska länderna). Hur ser MSB ( och övriga myndigheter) på säkerhetsaspekterna kring detta? Är det ett problem att kontroller kommer att behöva göras i utlandet?
15	anonymous	Det har provats med prefabricerade skyddsrum, TB 74 och TB 78 det lär ha varit SKANSKA som låg bakom försöken.
18	anonymous	Utformningen av anslutningar mellan element, ram-hörn osv är avgörande.
22	anonymous	Låt Prefabtillverkaren vara med vid konstruktion och detaljlösning av skyddsrummet
26	anonymous	Volym. Med tanke på kapacitet är min personliga bedömning att MSB och andra intressenter kraftigt kan utöka kapaciteten och erbjuda kontrollanter bättre förutsättningar med industrialiserad tillverkning under kontrollerade förhållanden i fabrik. Montage- och kompletteringsarbeten på arbetsplats skulle därmed bli långt enklare att kontrollera och säkerställa än dagens tidskonsumerande produktionsmetoder.
29	anonymous	Kämpa mot lite förlegade uppfattningar om att inte prefabricerat kan vara robust.

32	anonymous	Jag anser att det är viktigt att överväga användningen av prefabricerade skyddsrum i Sverige. Deras användning underlättar arbetsplatsens verksamhet och garanterar jämn kvalitet. I Finland uppskattas prefabricerade skyddsrum av inrikesministeriet, som ansvarar för föreskrifter om civilskydd, eftersom fabrikerna alltid är under extern kontroll och byggföretagen övervakar också fabrikernas verksamhet noggrant, jämfört med när de skulle göra det med egna arbetare och bara övervaka deras arbete. I Finland har undersökningar visat att många skyddsrum som byggts på plats ofta saknar nödvändig armering. Användningen av prefabricerade skyddsrum påskyndar byggandet, och jag hoppas att när utredningsarbetet fortsätter i Sverige, så hämtas modell och stöd från Finland, som har många års erfarenhet av denna verksamhet.
----	-----------	--

13. Vill du bli kontaktad efter enkätstudien för vidare diskussioner?

[Mer information](#)

 Insikter

● Ja 29  
● Nej 40



### C.3 Rådata

Här redovisas rådatan från enkätstudien, svarsalternativen ersätts med siffror 1-5 för att få med samtlig information i tabellerna. Exempel hur rådata ska tolkas enligt Tabell 14 ses nedan:

*Person som svarat tillhör ID 7*

*Svar fråga 1: Skyddsrumssakkunnig*

*Svar fråga 2: 25-30 år*

*Svar fråga 3: Ja*

*Svar fråga 4: Projektering – Nybyggnad*

*Projektering – Ombyggnad*

*Produktion – Nybyggnad*

*Produktion – Ombyggnad*

*Tillsyn/kontroll/besiktning*

Tabell 14: Tolkningsexempel.

ID	Fråga 1	2	3	4
7	3;	25-35 år	Ja	3;4;5;1;2;

Tabell 15: Rådata över fråga 1-4, enkätstudie.

ID	Fråga 1	2	3	4
6	5;	16-25 år	Ja	Rådgivning/bollplank i alla skeden, både vid nyproduktion och ombyggnad;
7	3;	25-35 år	Ja	3;4;5;1;2;
8	3;	6-15 år	Ja	1;2;5;
9	3;4;	25-35 år	Ja	1;2;5;
10	3;4;	> 35 år	Ja	1;2;3;4;
11	3;4;	6-15 år	Ja	1;3;5;2;
12	3;	25-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
13	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;5;
14	3;4;Kontrollansvarig;	> 35 år	Ja	1;2;5;
15	3;4;	25-35 år	Ja	1;2;5;
16	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;5;3;4;
17	1;	2-5 år	Ja	2;
18	1;	6-15 år	Ja	4;
19	Projekteringsledare;4;	26-35 år	Ja	1;2;
20	3;4;	16-25 år	Ja	1;2;5;
21	3;	16-25 år	Ja	1;2;3;4;5;
22	1;	6-15 år	Ja	3;
23	3;	> 35 år	Ja	1;2;3;4;5;
24	1;	26-35 år	Ja	3;
25	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;5;
26	4;3;	> 35 år	Ja	1;4;5;
27	4;3;	6-15 år	Ja	1;2;5;
28	3;4;	6-15 år	Ja	1;5;
29	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;5;
30	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
31	3;	26-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
32	3;4;	16-25 år	Ja	1;2;
33	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
34	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;5;
35	3;4;	2-5 år	Ja	1;5;
36	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
37	3;4;	26-35 år	Ja	1;2;3;4;5;
38	3;4;	> 35 år	Ja	1;2;5;
39	4;3;	6-15 år	Ja	1;2;statusbesiktning;
40	3;	> 35 år	Ja	3;2;4;5;
41	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;5;
42	3;4;	6-15 år	Ja	3;4;5;

43	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;5;
44	3;	6-15 år	Ja	1;3;5;4;2;
45	4;3;	6-15 år	Ja	1;2;3;4;5;
46	3;4;	16-25 år	Ja	2;4;5;
47	3;4;	> 35 år	Ja	1;2;5;
48	4;3;	6-15 år	Ja	1;2;5;
49	3;4;	16-25 år	Ja	1;2;5;
50	1;	2-5 år	Nej	
51	1;	6-15 år	Nej	
52	5;	6-15 år	Ja	4;3;2;1;5;
53	1;	6-15 år	Ja	3;
54	1;	16-25 år	Ja	3;
55	4;	6-15 år	Ja	1;2;
56	2;4;	26-35 år	Ja	1;
57	4;	16-25 år	Ja	2;
58	1;	6-15 år	Nej	
59	2;4;konsult;	> 35 år	Ja	1;3;
60	2;4;	16-25 år	Nej	
61	4;Konsult inom industrialiserad stombyggnation;	26-35 år	Ja	1;3;
62	1;	6-15 år	Ja	3;
63	4;2;	> 35 år	Ja	1;
64	4;	16-25 år	Ja	1;2;
65	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;
66	3;4;	16-25 år	Ja	1;2;3;4;5;
67	1;	6-15 år	Ja	1;3;
68	3;4;	6-15 år	Ja	1;2;3;4;5;
69	3;4;	16-25 år	Ja	2;4;
70	3;4;	6-15 år	Ja	2;5;
71	4;	16-25 år	Ja	1;2;
72	1;	6-15 år	Ja	3;4;
73	1;	2-5 år	Ja	3;
74	2;	6-15 år	Ja	1;3;4;

Tabell 16: Rådata över fråga 5-7, enkätstudie.

ID	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2
6	6	6	6	4	6	6	6	6	4	2
7	4	4	3	2	3	2	2	2	3	3
8	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2
9	4	2	3	3	3	3	2	2	2	2
10	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2
11	3	2	1	2	3	2	1	2	4	3



12	4	4	3	2	3	3	2	3	3	1
13	3	1	1	2	4	2	2	3	3	2
14	4	3	2	2	6	4	2	2	4	2
15	5	5	3	4	5	3	2	2	3	2
16	4	2	2	4	4	4	2	3	4	2
17	4	3	4	4	4	2	2	2	2	2
18	4	3	3	3	4	2	2	2	3	1
19	5	4	3	2	4	2	2	2	2	2
20	4	5	3	2	3	4	3	3	3	3
21	5	2	2	2	3	3	3	3	4	2
22	4	2	2	2	4	2	3	3	2	2
23	4	4	3	2	4	3	3	3	2	1
24	5	3	4	4	4	2	3	2	2	2
25	4	3	2	2	3	3	2	3	3	3
26	4	3	3	3	3	4	4	3	4	2
27	3	3	2	1	2	3	4	4	3	2
28	5	3	1	3	5	3	2	3	3	1
29	4	6	6	2	6	3	2	6	3	2
30	5	5	5	4	5	2	2	2	2	2
31	4	3	2	3	3	3	2	2	3	2
32	4	4	2	3	4	4	2	3	4	1
33	4	3	3	2	3	4	2	3	4	2
34	4	4	2	2	2	3	2	2	4	1
35	5	4	3	2	3	3	3	2	3	2
36	5	4	3	3	3	4	4	3	4	2
37	5	3	2	2	6	4	3	3	4	2
38	5	3	2	4	3	1	2	2	3	2
39	4	3	3	3	6	3	3	6	3	3
40	3	2	2	2	3	2	2	6	2	2
41	4	3	2	2	3	2	2	2	1	2
42	4	3	3	2	6	4	4	2	4	2
43	4	6	6	6	3	4	6	3	4	2
44	5	3	3	2	6	2	2	2	2	2
45	3	4	1	1	3	3	3	3	2	2
46	4	1	2	4	3	4	2	5	5	2
47	4	1	1	3	6	3	6	6	3	2
48	4	2	2	2	3	3	2	3	3	2
49	4	2	2	3	5	3	2	3	3	1
50	4	3	4	2	3	2	2	2	2	4
51	5	6	6	2	4	2	2	6	2	1
52	5	5	4	2	3	2	2	2	1	1

53	5	4	3	2	4	2	1	2	3	1
54	5	4	6	2	3	3	2	2	3	1
55	5	3	3	3	4	3	2	2	3	2
56	5	3	3	3	5	2	2	2	3	1
57	4	3	2	5	5	5	3	2	4	1
58	4	3	2	2	3	3	2	2	3	2
59	5	4	2	4	5	3	2	2	3	2
60	5	4	2	4	4	2	3	4	3	2
61	5	4	3	4	4	1	2	2	1	1
62	5	3	3	3	3	2	3	3	4	1
63	5	4	3	3	3	3	3	2	3	2
64	5	3	2	3	5	2	3	2	2	2
65	5	3	3	2	4	2	2	3	2	2
66	4	2	2	1	4	3	2	3	4	2
67	4	3	2	2	5	3	2	3	3	2
68	5	2	2	2	3	3	2	3	3	2
69	4	3	3	4	4	2	2	2	3	1
70	5	3	2	1	5	4	2	3	3	2
71	4	2	1	2	6	3	2	4	4	2
72	2	2	1	2	6	6	3	4	6	2
73	4	5	4	4	3	2	2	3	2	1
74	1	1	1	1	2	2	3	3	2	1

Tabell 17: Rådata över fråga 8-9 & 11, enkätstudie.

ID	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	11
6	4	1	1	1	2	2	6	Ja
7	2	2	2	2	2	2	2	Ja
8	2	3	2	2	3	3	4	Nej
9	2	3	2	1	2	2	3	Ja
10	2	2	2	2	3	3	3	Ja
11	3	3	2	2	6	3	4	Nej
12	2	3	2	1	3	2	3	Ja
13	2	3	2	1	2	3	5	Nej
14	2	3	2	2	2	2	4	Ja
15	1	1	1	1	2	1	2	Ja
16	3	3	3	2	2	2	3	IU/Å
17	1	1	1	1	3	2	3	Ja
18	2	2	2	2	2	1	3	Ja
19	1	1	1	2	2	2	3	Ja
20	2	4	2	4	3	3	3	Ja
21	2	3	2	1	2	2	4	Nej

22	1	1	1	1	2	2	3	Ja
23	2	1	2	1	3	2	3	Ja
24	4	4	4	2	2	2	3	Ja
25	2	2	2	2	4	2	3	IU/Å
26	2	2	3	1	3	2	3	Ja
27	1	2	3	1	2	3	4	Nej
28	2	3	2	2	2	1	3	Ja
29	2	2	2	2	6	2	3	Ja
30	1	1	1	1	2	2	2	Ja
31	2	1	2	2	2	2	3	IU/Å
32	2	2	2	4	1	1	3	Ja
33	3	3	2	2	2	3	3	Ja
34	1	1	1	1	2	2	3	Nej
35	3	3	3	2	1	2	3	Ja
36	3	3	3	3	2	2	3	Ja
37	3	1	3	1	2	2	3	Ja
38	2	1	2	2	1	1	3	Ja
39	4	4	4	4	6	6	6	Nej
40	3	3	2	2	5	3	5	Nej
41	3	3	3	1	2	2	3	Ja
42	1	2	1	1	2	2	3	IU/Å
43	2	3	4	4	2	2	6	Ja
44	2	2	2	1	3	2	3	Ja
45	2	2	2	2	3	2	3	Nej
46	3	3	3	2	4	3	5	Nej
47	2	2	2	4	2	3	3	Nej
48	2	2	2	2	2	2	3	Ja
49	3	3	2	4	2	2	6	Ja
50	2	2	2	3	3	2	3	Ja
51	4	4	4	1	1	1	3	Ja
52	1	1	1	1	3	1	3	Ja
53	1	1	1	1	1	1	2	Ja
54	2	2	2	2	2	1	2	Ja
55	2	2	2	1	2	2	3	Ja
56	2	2	2	2	1	1	3	Ja
57	2	1	2	2	4	2	2	Ja
58	2	2	2	2	2	1	3	Ja
59	2	2	1	2	2	2	3	Ja
60	2	2	2	1	2	2	3	Ja
61	1	1	1	1	1	2	3	Ja
62	2	1	1	1	3	2	3	Ja
63	2	2	2	2	2	2	3	Ja
64	2	2	2	2	2	2	4	Ja

65	2	1	1	2	2	1	3	Ja
66	2	3	3	3	2	3	4	Ja
67	2	2	3	3	4	2	4	Ja
68	3	3	3	3	2	2	3	Nej
69	2	2	2	1	2	2	3	Ja
70	2	3	2	4	6	2	5	Nej
71	2	2	2	2	2	3	3	Nej
72	4	3	4	4	6	2	2	Nej
73	2	1	2	1	2	2	2	Ja
74	1	1	2	2	1	2	3	Ja

## Bilaga D. Workshop med referensgruppen

I följande bilaga sammanställs information från en workshop som hölls internt i referensgruppen. Nedan återfinns diskussionsfrågor samt en sammanställning av vad som framgick under mötena.

Datum: 2024-02-07

Tid: 13:00 – 15:30

Deltagare:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult
- Johan Rasmussen, Skanska
- Jan Adolfsson, Peab
- Tom Erlandsson, Dynacon
- Mats Johnson, Veidekke
- Maria Berg, Ramboll
- Erland Olsson, Brönje AB
- Magnus Fridvall, Heidelberg Materials
- Emil Edvinsson, Strängbetong
- Henrik Ahlgren, K-Prefab
- Carina Broman, Skyddsrum produkter
- Jacob Holm, Skyddsrumsspecialisten

### D.1 Diskussionsfrågor

1. Vad ser ni för svårigheter/lösningar med prefabricerade skyddsrum? Exempelområden att diskutera:

- Kontrollsystem
- Konstruktiv utformning
- Produkthanpassning

2. Vilka för- och nackdelar ser ni med prefabricerade skyddsrum? Olika perspektiv att beakta:

- Byggentreprenör
- Beställare
- Prefableverantör/komponentleverantör
- Skyddsrumssakkunnig

3. Övriga frågeställningar som ni finner intressanta att belysa.

### D.2 Sammanställning från workshop

#### Kontrollsystem

- Vid prefabricering av skyddsrum behöver kontrollsystemet ändras, delar av kontrollerna bör flyttas från byggarbetsplatsen till fabriken. Förslagsvis behövs en fabrikskontrollant (intern/extern) samt en kontrollant (extern) på arbetsplatsen. Fabrikskontrollanten kontrollerar elementen i fabrik (ex täckskikt, armeringsutförande, ingjutningsgods etc.)

och på arbetsplatsen utförs resterande kontroller i enlighet med gällande SR regler (exempelvis sammanfogning element, helhetsbedömning etc.).

- Respektive fabrik behöver en anställd sakkunnig alternativt anlita extern sakkunnig vid kontroll av element. Tillverkaren överlämnar ett kontrollerat system med montagebeskrivning till byggtreprenören som monterar elementen på arbetsplatsen. Vid leverans på arbetsplatsen bör en mottagningskontroll av elementen göras för att säkerställa att elementen är hela. I övrigt är det viktigt att det i skyddsrumreglerna står tydligt vilka krav kontrollanten i fabriken har.
  - Intern sakkunnig (anställd av fabrik): Ställer höga krav på integritet - beroendeställning till sin arbetsgivare.

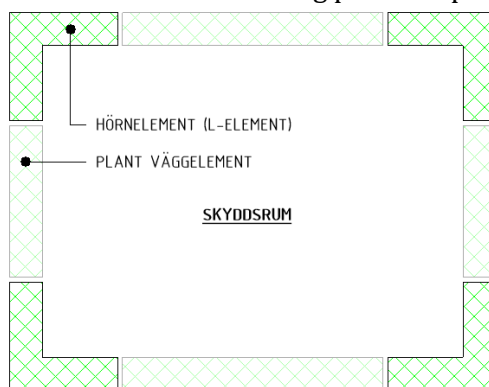
## Konstruktiv utformning

Väggelement:

- **L-element:** L-formade element där varje element inkluderar ett momentstyvt hörn enligt gällande SR regler. På arbetsplatsen vid sammanfogning hamnar skarven i en längsgående vägg, denna platsgjuts (enligt en framtagna typlösning).

Fördel: Skarv hanteras i längsgående vägg.

Nackdel: Prefabricerade element gjuts vanligtvis liggandes och transporteras liggandes, för L-element medför detta att ett färre antal element kan transporteras samtidigt (ex sämre ur en klimatsynpunkt). Formen på elementen kan medföra osmidigare lastning och lossning från lastbil samt en svårare hantering på arbetsplatsen.



Figur 47: Illustration över ett skyddsrum (planvy) med L-formade hörnelement. (omritad skiss från workshop)

- **Plana element:** Plana element där både hörn och vertikala väggskarvar platsgjuts.
  - Fördel: Hantering.
  - Nackdel: Tyngre än exempelvis skalväggar --> begränsar storleken på elementen.
- **Skalväggar:** Halvprefab lösning där väggen gjuts färdig på plats. Skjuvöverföringen mellan platsgjuten betong och prefab bör kunna säkerställas genom samverkan av invändiga stegar som går genom gjutfog.
  - Fördel: Lägre vikt än homogena plattor, därav enklare att hantera på arbetsplatsen. Bättre kontroll av täckskikt då armeringen gjutits in i skalelementet. Homogen konstruktion efter gjutning.
  - Nackdel: En hel del gjutning på plats.

Takplatta/bjälklag:

Bjälklagselement upplevs generellt sett vara svårare att utföra i prefab jämfört med väggar:

- **Filigranbjälklag (plattbärlag):** Halvprefab lösning.
- **Plana element:** Plana element där skarvar mellan elementen platsgjuts.

Nackdel: Små plattbredder medför mycket skarvar (cirka var 2,4e meter). Takplattorna bör gjutas med större bredd för att minska antalet skarvar. Skyddsrummet kan behöva anpassas efter storlek på elementen.

- **Förspända plattor:** Förspänningen nyttjas under fredstid för att undvika pelare invändigt och möjliggör större öppna ytor (ökade användningsområden). Eftersom SR inte möjliggör för användning av förspänd armering är plattorna även slakarmerade, denna armering är dimensionerad för att motstå angivna laster i enlighet med SR (vapenlast, raslast). Invändiga prefabricerade stålpelare nyttjas under brukstid. Skarvarna mellan elementen platsgjuts för samverkan.

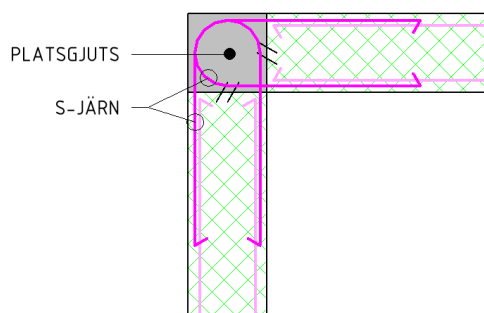
Sammanfogning/kopplingar:

Generellt om sammanfogning/kopplingar:

- Sammanfogning/kopplingar mellan prefabricerade element upplevs som en av de största utmaningarna för prefabricerade skyddsrum. Gjutfogar ger en lokal försvagning som kan medföra sprickbildning och i sin tur leda till otätheter (map gastäthet). Förutom skarvar mellan element med raka kanter föreslås skarvar med fasade kanter och någon typ av tätning på utsida/insida element (map gastäthet).
- För att uppnå momentstyva hörn i enlighet med SR regler krävs platsgjutning på plats mellan element.

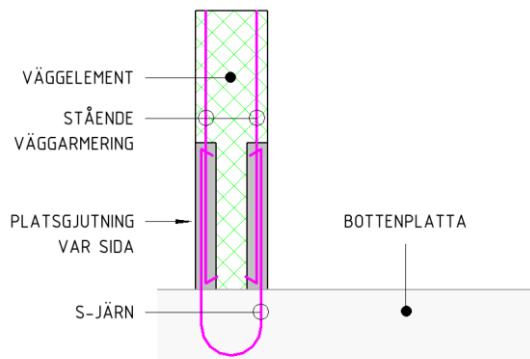
Olika föreslagna kopplingar:

- **Vägg-Vägg & vägg-bjälklag koppling:** Diskuterat förslag ses i Figur 48. För en vägg-vägg koppling enligt nedan krävs att ett av elementen lyfts in horisontellt från sidan pga S-järnens placering.



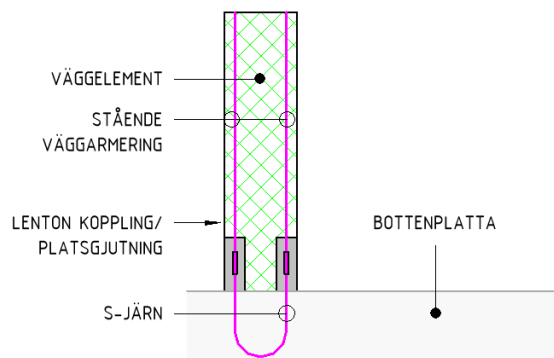
Figur 48: Förslagsskiss över vägg-vägg koppling eller vägg-bjälklag koppling. (omritad skiss från workshop)

- **Vägg-Vägg koppling nr. 2:** Hörnkoppling med förtagningslådor/ förtagningsystem likt ovan förslag. Här behövs förmodligen nya typer av förtagningslådor som är anpassade efter gällande SR regelverk.
- **Bottenplatta-vägg koppling:** Vid montage på arbetsplatsen sticker armeringsjärn upp från bottenplattan och prefab element lyfts in i position (vertikalt), exempel på diskuterad väggkoppling enligt bild. Montage av väggelement med lösning enligt både Figur 49 och Figur 50 är problematiskt pga uppstickande armering i plattan hindrar detta, lösning kan vara att bocka ut ena skänkeln i S-bygeln så att elementet kan föras in horisontellt (krävs pga utformning vägg-vägg lösning).



Figur 49: Förslag bottenplatta-vägg koppling nr. 1. (omritad skiss från workshop)

- **Bottenplatta-vägg koppling som mekaniskt förband (Ex Lenton):** Lösning innebär mindre gjutning på plats jämfört med Figur 49, dock krävs mycket hög precision vid montage/ingjutning av S-byglar. Denna metod ökar möjligheten för återbrukbarhet/demonterbarhet i framtiden. Förhållandevis torrt montage och tätheten kan förslagsvis lösas med gummilister. Lösning mellan Figur 48 och Figur 50 kan ge mindre problematiskt montage (jämfört mellan Figur 48 och Figur 49) pga kortare uppstick vid montage, dock ställs höga krav på precision mellan armering i bottenplattan och väggelementet.



Figur 50: Förslag bottenplatta-vägg koppling nr. 2 (omritad skiss från workshop)

## Övrigt

- Elementens tjocklekar bidrar till tunga element och begränsar dess storlekar. Uppskattat riktvärde är att elementen kan väga max ca 15 ton styck, detta ger ett element med dimensionerna ca 7m\*2,4m\*0,35m (standard väggform på bord 2,4x0,35).
  - Dimensionen lämpar sig bra för väggar (liggandes element) men för takplattor kan det medföra mycket skarvar (var 2,4e meter). Takplattorna bör gutas med större bredd för att minska antalet skarvar.
- Att komma ifrån platsgjutning helt går inte, kan dock begränsas genom olika kopplingslösningar.
- Skyddsrummens storlek kan behöva anpassas efter storleken på elementen för att optimera utformningen.
- Exempel utformning skyddsrum:
  - Prefabricerade platta väggelement: 2st sektioner per väggängd (1st skarv)
  - Filigranbjälklag



## Produktanpassning

- Produkterna som används idag bör kunna appliceras direkt in i prefabricerade skyddsrum, dessa kan gjutas in direkt i fabrik.

## Fördelar och nackdelar med prefabricerade skyddsrum

### Entreprenör

- **Fördelar**
  - Snabbare montage/lägre kostnad
  - Färre kontroller som prefabricering kan medföra kan öka effektiviteten och korta ner produktionstiden.
  - Inte lika väderkänslig produktion
  - Mindre hantering (kontroller, montage etc.): Elementen levereras märkta till arbetsplatsen med montageordning.
  - Bättre arbetsmiljö
  - Undviks vid prefab: Idag byggs få skyddsrum och konstruktioner av liknande komplexitet inom husbyggnation vilket innebär en bristfällig erfarenhet. Detta ställer höga krav på tydliga armeringsdetaljer och beskrivningar av utförande. Detta medför felriser och chansen till mänskliga fel ökar. Tillverkning i fabrik innefattar ett repetativt arbete som minimerar risker för fel (specialister).

### Entreprenör/prefableverantör

- **Fördelar**
  - Enbart en hantering av ingjutningsgodset – samordnas i fabrik och inte av respektive UE till TE. Prefab kan exempelvis ta totalansvaret
  - Säkrare EPD: Enklare/träffsäkrare kalkyl för ingående komponenter/byggdelar.
- **Nackdelar**
  - Begränsad lyftkapacitet i fabrik resp byggarbetsplats

### Prefableverantör/leverantör

- **Fördelar**
  - Batchleveranser-säkrare, spårbarhet

### Skyddsrumssakkunnig

- **Fördelar**
  - Säkrare kontroll per byggdel, dock måste helhet i sammansatt konstruktion kontrolleras och borde även då vara enklare. Överlämning mellan fabrik och byggarbetsplats del-intygas för tillverkning och montage.
  - Bedömningen är att många sakkunniga idag upplever att dem bromsar framdriften av projekten eftersom det utförs flera kontroller under byggnationen, prefab innebär färre antal kontroller. Det är viktigt att exempelvis kontroller innan gjutning görs, annars kan fel innebära kostsamma åtgärder och tidsförseningar för projektet. Viktigt med bra planering och kommunikation.
  - Vanligt upplevda problem idag vid platsbyggnation av skyddsrum som kan undvikas/minskas vid prefab:
    - Felmontage av dörrar (felvända) och ingjutna produkter – bidrar till förseningar.
    - Felaktiga täckskikt vid scanning efter gjutning. Kräver vanligtvis dyra åtgärder.

- Färdigställt prefabskyddsrum
  - Fördel
    - Möjlighet till bättre planering
    - Mer kvalitetssäkrad produkt (täcksikt etc.)
    - Kortad produktionstid
    - Enklare montage
  - Nackdel
    - Fler gjutfogar som ses som försvagningar i konstruktionen.
- **Övrigt**
  - Fördel
    - Minskat materialspill.

## **Bilaga E. Diskussioner/intervjuer**

### **E.1 Finsk prefableverantör av skyddsrum – Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy**

I följande bilaga sammanställs information från olika Teamsmöten, tillhandahållna underlag och mejlkonversationer med den finska leverantören Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy. Prefableverantören är största leverantören av prefabricerade skyddsrum i Finland och levererar idag ungefär 80-90% av alla prefabricerade skyddsrum som byggs. Under projektet genomfördes två digitala möten á 1,5h samt mejlkonversationer före och efter dessa tillfällen. Nedan återfinns huvudsakliga frågor som ställdes till leverantören samt en summering av vad som sades.

Möte nr.1:

Datum: 2024-04-02

Tid: 10:30 - 12:00

Möte nr.2:

Datum: 2024-09-04

Tid: 13:00 – 14:30

Deltagare - arbetsgruppen:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult

Deltagare – finska prefableverantörer:

- Sami Konsti, chef för försäljning och affärsutveckling, Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy
- Kristian Antila, kontoansvarig, Rakennusbetoni-Ja Elementti Oy
- Samuli Ojanperä, VD, Pontek Oy

#### **E.1.1 Övergripande diskussionsfrågor**

##### **Generella frågor**

- När blev prefabricering av skyddsrum tillåtet i Finland och hur länge har ni tillverkat prefabricerade skyddsrum?
- Vilka fördelar och nackdelar/svårigheter ser ni generellt med prefabricering jämfört med platsbyggnation? Vad kan göras bättre genom prefabricering?
- Hur stor andel av Finlands skyddsrum byggs som prefabricerade idag?
- Vilka typer av skyddsrum får utföras som prefabricerade? Finns det olika klassificeringar av skyddsrum?
- Hur kostnadseffektivt är prefabricering jämfört med platsgjutet?
- Vem reglerar skyddsrumsutformningen i Finland?
- Hur såg Finlands regelverk för skyddsrum ut innan 2011? Hur stor var omfattningen av justeringarna?

##### **Tillverkning/montage**

- Hur ser kontrollprocessen ut vid både tillverkning och montage?
  - Arbetsätt för kontrollanter, certifieringar?
  - Har finska staten/myndigheter insyn i tillverkningen/montage?
- Hur ser montaget ut på arbetsplatsen? Arbetsmiljö, lyft, transporter etc.

- Har ni egen personal som utför montaget av skyddsrummen på arbetsplatsen eller är det byggentreprenören som ansvarar för montaget?
- Vem är det som utför kontroller av skyddsrummen under montaget och vid färdigställandet?
- Vad ingår i nyckelfärdig leverans?
  - Gör ni alltid montaget av skyddsrummet eller kan entreprenören välja att göra detta själv?
  - Brukar prefableverantören komma ut till byggprojektet och gjuta takplattan?
- För- eller nackdelar med prefabricering vad gäller hållbarhet?
  - Klimatförbättrad betong?
  - Återbruk?

### Konstruktiv utformning

- Hur ser ert koncept för prefabricerade skyddsrum ut? Väggelement, takelement, kopplingar etc.
- Vilka konstruktiva lösningar bidrar till tillräcklig robusthet vid utformning av prefabricerade skyddsrum? Exempelvis skarvar, kopplingar etc.
- Hur stor är flexibiliteten vid utformning av prefabricerade skyddsrum? Exempelvis geometri, spännvidder, maxstorlekar på element etc.
- Har ni standardform/standardstorlekar på skyddsrum?
- Använder ni förspända element eller bara slakarmerade betongelement?
- Hur ser ni på att en fog mellan två prefabricerade element är ett potentiellt svaghetsområde? Hur hanterar ni armeringen i dessa tvärsnitt?
- Vad säger regelverket om täthetskraven i skyddsrum?

### Övrigt

- Framtidsutsikter:
  - Utvecklingsprojekt/möjligheter
  - Bestämmelser/handböcker/rapportering
  - Vad har finska staten/myndigheter för framtidsutsikter vad gäller utbyggnad av fler skyddsrum?

## E.1.2 Sammanställning

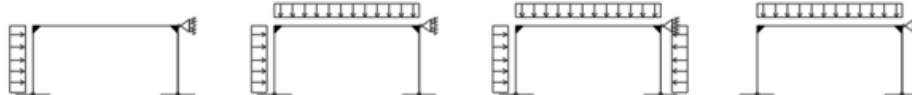
### Generellt

- Finland har byggt skyddsrum sedan 1954 och visionen är att det ska finnas skyddsrumspplatser för samtliga invånare. Idag saknas det ungefär 1 miljon skyddsrumspplatser.
- Varje år byggs det ungefär 500-700 nya skyddsrum i Finland.
- Ingen statlig finansiering eller bidrag vid byggnation, byggaren tar den totala kostnaden.
- Det finns olika klassificeringar av skyddsrum i Finland beroende på storleken, dessa klasser benämns S1, S2 och bergrum.
  - S1: Absolut vanligaste skyddsrumstypen (ca 90% av samtliga), max storlek 135 kvm.
  - S2: Storlek varierar mellan 135-1000 kvm. Vid dimensionering används dubbla vapenlasten jämfört med S1 skyddsrum.
    - Flera S1 skyddsrum kan byggas istället för S2 - byggare bestämmer.
  - Bergrum: ex tunnlar
- Prefabricerade skyddsrum accepterades för första gången i Finland i början av 90-talet, anledningen var att dem behövde bygga fler skyddsrum snabbare.

- Skicket på skyddsrummen i Finland är idag överlag bristfälligt - fastighetsägare ansvarar för underhållet.
- Idag byggs ungefär hälften av skyddsrummen som prefabricerade skyddsrum.

### Dimensionering av skyddsrum

- Eurokoden används vid dimensionering, ingen specifik beräkningsmetodik likt svenskt regelverk nyttjas.
- Raslaster används inte, enbart raslast om 25 kN/m<sup>2</sup> används för bjälklag ovan utrymningsväg.
- På liknande sätt som i Sverige kan dem även genom dynamisk beräkning dimensionera skyddsrum, dock finns inga explosionslaster att tillgå.
- Vid dimensionering kan materialparametrarna multipliceras upp 20%.
- I Finland används armering av klass B.
- Vid beräkningar ses koppling mellan vägg och takplatta som fast inspänd medan vägg-bottenplatta ses som ledad (kräver mindre armering för inspänning). Stomstabilitet uppnås med ytterväggarnas skivverkan.



Figur 51: Ledade infästningar mellan vägg/bottenplatta och fast inspänd mellan vägg/takplatta.

- Svetsad armering tillåts, vanligtvis varmförzinkad armering.
- Förspända element tillåts inte eftersom de bidrar till spröda brott.
- Max spännvidder på element är 13 m, detta gäller främst takelementen. Vanliga spännvidder i Finland är 6-10m för skyddsrum.
- Vertikala fogar mellan prefabricerade element ses inte som en potentiell svaghetszon eftersom elementen är dimensionerade som enkelspända element och för inte över lasterna sinsemellan väggelement.
- Ett skyddsrum ska enbart motstå en lastintensitet från en explosion, detta innebär att eventuella sprickor som uppstår inte ses som potentiella problem.
- Skyddsrummen har ställda krav på gastäthet och detta test görs i samband med färdigställt skyddsrum, detta testet måste enligt krav från myndighet återupprepas varje 10 år (av en brandingenjör) för att säkerställa tillräcklig gastäthet. Denna kontroll ska fastighetsägaren bekosta.

### Rakennusbetonis prefabricerade skyddsrum

- Rakennusbetoni har 80-90% av marknaden för prefabricerade skyddsrum, bygger enbart S1 klassade skyddsrum.
- Rakennusbetoni började inledningsvis använda sig av skalelement men gick senare över till mer användning av massiva element pga mer robusthet. I dagsläget kan dem även prefabricera delar av väggar och gjuta resterande delar på plats, exempelvis 100mm prefab från fabrik och 200mm platsgjutning på plats.
- Varje färdigt element väger ca 10-12 ton.
- Elementtjocklekar är vanligtvis 200-300mm
- Elementhöjden är vanligtvis 3m vilket motsvarar den vanliga våningshöjden.
- Diverse ingjutningsgods samt olika geometrier och storlekar på skyddsrum bidrar till att sällan identiska element byggs - Ingen möjlighet att skapa lager med identiska element.
- Väggelement vid hörn kommer L-formade inklusive hörndel, detta pga enklare att hantera vertikala skarvar mellan väggar jämfört med vägghörn.
- Takelementen är ofta plattbärlag men kan även tillverkas som massiva element.

- Prefableverantör tar fram helhetslösning för skyddsrum: Dimensionerar element, tillverkar och certifierar elementen innan leverans till arbetsplatsen. Prefableverantören gör även montaget (inklusive gjutning av takbjälklaget (plattbärlag)) för att säkerställa att tillräcklig gastäthet i skyddsrummet uppfylls. Prefableverantören utför som regel även täthetstestet för att verifiera tillräcklig gastäthet. I undantagsfall kan entreprenören utföra montaget och då kan prefableverantören utföra täthetstestet men dem står då inte ansvariga för om gastätheten inte uppnås.

### **Prefabricerade vs platsgjutna skyddsrum**

- **Fördelar med prefabricering:**
  - Snabbare produktion, vanligtvis 2-4 arbetsdagar per skyddsrum.
  - Kräver enbart en inblandad part - prefableverantören. Elementen kommer levererade till arbetsplatsen kontrollerade och godkända med tillhörande certifieringar och montagebeskrivning. Vid platsbyggnation av skyddsrum är det många parter inblandade, exempelvis leverantör av betong, leverantör av armering, leverantör av skyddsrumprodukter etc.
  - Bättre kvalitet vid byggnation i fabrik på grund av bättre klimat, högre precision genom robotisering etc.
  - Arbetarna på fabrik är vana vid att bygga skyddsrum eftersom dem gör det hela tiden. Som jämförelse kan det vara en helt ny erfarenhet för arbetarna vid platsbyggnation.
  - Ingen lagring av element på arbetsplatsen, montage sker direkt från lastbil på arbetsplatsen.
  - Mindre personal krävs på arbetsplatsen och spillet minskas.
  - Inga oväntade kostnader uppstår i samband med uppförandet av prefabricerade skyddsrum, entreprenören upphandlar ett fast pris där allt ingår i leveransen.
  - Håltagningar är lättare att få till korrekt i fabrik pga bättre precision.
  - I fabriken är dem specialiserade på skyddsrum vilket minskar riskerna för återupprepade fel. Platsbyggnation av skyddsrum är komplext.
- **Nackdelar med prefabricering:**
  - Något dyrare, dock kan detta fås igen genom tidsbesparingar som görs.

### **Kontrollsystem**

- Externa kontroller i samband med uppförandet av skyddsrum i Finland görs vanligtvis vid framtagning av bygghandlingar samt vid färdigbyggt skyddsrum.
  - Projektering - bygghandling: Kontroll görs på framtagna ritningar så dessa uppfyller ställda krav.
  - Färdigställt skyddsrum: Vid färdigbyggt skyddsrum görs en helhetskontroll av skyddsrummet. Dokumentation för exempelvis täthetstest överlämnas. Kontrollen utförs av en brandingenjör.
- På byggarbetsplatsen görs en kontroll av armeringen innan valvet gjuts. Denna kontroll görs antingen av konstruktören eller av prefableverantören beroende på förutsättningar.
- När skyddsrummet är färdigbyggt genomför den lokala brandingenjören en undersökning för att verifiera att ett täthetsprov är genomfört och att allt nödvändigt nödmaterial är säkert förvarat i skyddsrummet. Dessutom, krävs inspektioner vart tionde år efter färdigställandet för att säkerställa ventilationssystemens funktionalitet, täthet och tillståndet hos nödmaterialet. Fastighetsägaren ansvarar för dessa besiktningar.

- Elementen certifieras/godkänns i fabriken av prefableverantör så att dessa uppfyller ställda krav. Armeringen och formningen kontrolleras. Samtliga prefabricerade element måste CE-märkas och samtliga skyddsrumprodukter måste ha Eurofins och ISO certifieringar.
- I ovanliga fall kan en tredjepartsgranskning utföras av produktionen av prefabricerade element.

### Övrigt

- Går använda klimatförbättrad betong vid tillverkning av prefabricerade element, tillsatser används för att korta ned härdningstiden.
- Inget återbruk av skyddsrum för tillfället. Betongelementen kan istället användas som ballast i framtida betongkonstruktioner.
- Byggnation generellt i Finland: Inspektioner på byggarbetsplatser utförs vanligtvis av projektets konstruktör, och ofta finns det olika arbetsledare (på uppdrag av byggprojektets beställare) som övervakar olika aspekter som exempelvis formning, VVS-ärenden etc. I komplexa projekt kan en extern konsult involveras för att granska både planeringen och utförandet.

## E.2 Entreprenörer

I följande bilaga sammanställs information från en intervju med entreprenörer från byggbranschen. Nedan återfinns diskussionsfrågor samt en sammanställning av vad som diskuterades under mötet.

Datum: 2024-10-10

Tid: 13:00 – 14:30

Deltagare - arbetsgruppen:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult

Deltagare – entreprenörer:

- Paul Svensson, Skanska
- Mikael Carlsson, Skanska
- Jan Adolfsson, PEAB

### E.2.1 Presentation av deltagare

#### Nilesh Timmerbäck:

Nilesh Timmerbäck har en bakgrund som Civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad och har senaste tre åren arbetat som konstruktör på Skanska Teknik, Hus konstruktion. Vid sidan om detta uppdrag arbetar han som utvecklingsprojektledare där han projektleder utvecklingsprojekt från början till slut.

#### Sten-Åke Bergstrand:

Sten-Åke har ca 45 års erfarenhet i branschen som byggnadssnickare ett antal år och sedermera som byggingenjör samt egenföretagare som byggkonsult i totalt 36 år med konstruktioner mm. De senaste tio åren har han arbetat på Skanska Teknik, Hus konstruktion med nuvarande roll som konstruktör, uppdragsledare etc. Han är kvalificerad sakkunnig för skyddsrum (cert enl. MSB) sedan ca 30 år.

### Morgan Johansson:

Morgan Johansson är teknologie doktor i betongkonstruktioner och adjungerad professor inom området Tillämpad konstruktionsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Han fungerar idag som teknisk expert för MSB inom skyddsrumfrågor.

### Paul Svensson:

Paul Svensson har arbetat som produktionschef på Skanska Sverige AB sedan 2005 med inriktning Stora Projekt. Han har i sitt senaste projekt varit med om upprättande av fem stycken skyddsrum, allt från projektering till färdigställande.

### Mikael Carlsson:

Mikael Carlsson började som traditionell snickarlärling 1978 på Skånska cementgjuteriet. År 1984 började han på ett mindre byggföretag där han var med och bland annat gjorde 3 st skyddsrum till privatpersoner. Sedan 1992 har han arbetat på Skanska i olika roller (Snickare, lagbas, arbetsledare). Senaste 8 åren har han arbetat som produktionschef.

### Jan Adolfsson:

Jan Adolfsson konstruktör med ca 35 års erfarenhet av konstruktionsarbete vara ett antal år inom Prefab. Mitt nuvarande arbete är konstruktionschef på PEAB. Har under min tid som konstruktör konstruerat ett antal skyddsrum.

## **E.2.2 Övergripande diskussionsfrågor**

- Upplever ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?
- Vilka svårigheter upplever ni att det finns vid platsbyggnation av skyddsrum? Tror ni dessa problem kan arbetas bort vid användning av prefabricering?
- Vilka möjligheter och utmaningar ser ni med prefabricering vid uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis förändrad arbetsmiljö, produktionstid/produktionskostnad, hantering på arbetsplatsen, transport, planering av inköp etc.
- Hur skulle entreprenören gynnas vid prefabricering jämfört med platsgjutning av skyddsrum?
- Vad är viktigt gällande kontrollsystem och arbetsätt med skyddsrum? Hur skulle kontrollsystemet påverkas om det är platsgjutet eller prefab? Utifrån entreprenörens perspektiv.
- Hur tror ni byggbarheten av prefabskyddsrum skiljer sig beroende på om omkringliggande byggnad är platsgjuten eller i prefab?
- När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera istället för att platsgjuta skyddsrum?

## **E.2.3 Sammanställning intervju**

### ***Upplever ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?***

- Upplever inte att det efterfrågas prefabricering, dock anses det vara en klok idé.
- Det är idag inte tillåtet att bygga prefabricerade skyddsrum vilket är en rimlig anledning till att frågan aldrig lyfts.

### ***Vilka svårigheter upplever ni att det finns vid platsbyggnation av skyddsrum? Tror ni dessa problem kan arbetas bort vid användning av prefabricering?***

- Största utmaningen anses vara utförandet av armeringen kring dörrar då det är mycket armering som behöver bockas och flyttas samt uppstickande armering som kommer upp från plattan. Utmaningar bedöms även vara stora vid armeringsutförande kring



övertrycksventiler. Det krävs noggrann planering inom flera delar av uppförandet för att få till komplexa delar av utformningen vid platsgjutning.

- Många gånger kan det bli svårt att utföra skyddsrum eftersom dem arkitektoniskt sett är komplext utformade, dessa bedöms vara mindre anpassade till en eventuell prefabricering.
- Idag byggs det sällan skyddsrum vilket innebär att erfarenheten är bristfällig många gånger.
- Vid platsgjutning blir det kontroller inom flera olika delar av uppförandet vilket innebär att den skyddsrumssakkunnige måste vara tillgänglig när dessa kontroller ska utföras. När det är många kontroller upplevs byggproduktionen bli haltandes, detta medför utmaningar att följa projektets tidplanering (logistisk utmaning).

***Vilka möjligheter och utmaningar ser ni med prefabricering vid uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis förändrad arbetsmiljö, produktionstid/produktionskostnad, hantering på arbetsplatsen, transport, planering av inköp etc.***

Möjligheter med prefabricering inom uppförandet:

- Prefabricering bedöms vara mer anpassningsbart för skyddsrum med en enkel geometri, exempelvis skyddsrum som är utformade som en kub.
- Vissa delar av skyddsrummen bör kunna prefabriceras, exempelvis mellanväggar.
- För krympningen i betongen är det fördel att utföra skyddsrummen prefabricerade eftersom det inte medför likadana tvångsspänningar i betongen. Knäckfrågan blir hur man löser skarvarna mellan elementen då dessa behöver utföras platsgjutna.
- Är något prefabricerat och färdigställt innan leverans till byggarbetsplatsen underlättar det för produktionsflödet. Om erfarenheten av byggnation av skyddsrum är bristfällig bedöms denna nytta öka.
- Idag är det inte ovanligt att allt skyddsrumsmateriel (ingjutningsgoods osv) till skyddsrummen köps in på en gång och avropas efter hand. Vid prefabricering kan detta underlättas för entreprenören eftersom dessa komponenter kan komma ingjutna i elementen, i ett sådant scenario hanterar och ansvarar prefableverantören för detta.
- Idag kommer vanligtvis skyddsrumsdörrarna transporterade till byggarbetsplatsen utan igjuten betong. På byggarbetsplatsen behöver dessa dörrblad igjutas vilket kan vara ett krävande arbetsmoment eftersom temporära konstruktioner behöver byggas som kan staga dörren under tiden den gjuts och betongen härdas. Vid prefabricering finns möjligheten att dörrarna levereras igjutna och monterade till väggelementet, detta innebär att prefableverantören gör gjutningen i fabrik.
- Prefabricering kan medföra fördelar inom kalkylarbetet och prognosarbetet eftersom det bör bli enklare att förutse den totala kostnaden (mer exakthet).
- Standardskyddsrum med olika förutbestämda storlekar, utformningar och kostnader kan vara en potential med prefabricering. Dessa standardskyddsrum bör utföras med enkla geometrier för att få en ökad standardisering. Med denna utformning kan det bli enklare i exempelvis kalkylskedet eftersom det kan finnas specifika nyckeltal för kostnader anpassade efter vilken typ av skyddsrum det är (exempelvis kostnader baserade på "pris/m<sup>2</sup>").

Möjliga utformningar av prefabricerade skyddsrum:

- Delvis prefabricering
  - Det bedöms vara smidigt ur ett entreprenörsperspektiv om vissa delar av skyddsrummet kan utföras prefabricerade. Detta gäller främst dem delar som är

mer komplexa att utföra platsgjutna, exempelvis väggelement som innefattar mycket ingjutningsgods. Prefabricering ger möjligheten att exempelvis prefabricera väggpaket (exempelvis väggdelar som är 2-3 m långa) med redan ingjutna dörrar och ingjutningsgods (ventiler etc.). Med fördel kan dessa väggpaket vara standardiserat utförda och anpassade till de flesta typerna av skyddsrum. Dessa väggelement kommer med skarvarmering igjuten för att möjliggöra koppling mot resterande delar av skyddsrummet som utförs platsgjutna. Exempelvis kan skyddsrummets geometri innebära att vissa delar måste utföras platsgjutna (kan vara mer lämpade för det), medan andra delar lämpas bättre för prefabricering.

- Helprefabricering
  - Vid helprefabricering av skyddsrum bedöms kopplingen (skarvarna) mellan elementen vara problemet, dessa måste platsgjutas.
- Halvprefabricering
  - Skalväggar finns som alternativ till massiva element, denna lösning kan innebära att det blir enklare att utföra armeringen i hörnkopplingar mellan element. Skalväggar innebär att formar inte behöver användas för att utföra platsgjutningen.
- Övrigt
  - Det hade blivit mer praktiskt genomförbart för prefabricering om kravet på armeringsutformningen mellan bottenplatta och vägg såg annorlunda ut (förenklad utformning). Ett exempel på förenkling kan vara att använda en lösning med dubb mellan väggen och bottenplattan i kombination med en klack på insidan för att ta tvärkraften. Ett alternativ till detta är att ha en förtagning i bottenplattan där elementet sedan kringgjuts på arbetsplatsen.

#### Utmaningar med prefabricering inom uppförandet:

- Vid prefabricering kan det innebära att det finns behov av en större kran på arbetsplatsen pga tunga element som ska monteras. Rimligtvis bör det eftersträvas så få fogar som möjligt i skyddsrummet vilket i sin tur medför stora element som måste hanteras på arbetsplatsen.
- Prefabricering innebär att man måste vara tidigare ute för att lägga en beställning av elementen jämfört med platsgjutning där det är möjligt att vara senare ute med bygghandlingar. Beställning av element bör läggas minst ca 6 månader innan det ska monteras på arbetsplatsen.
- Prefabricering bedöms vara enklare att nyttja för väggar jämfört med takplattan i ett skyddsrum. För takplattan kan en halvprefablösning nyttjas som exempelvis plattbärlag eller en RD-platta med kompletterande gjutning ovanpå. Vid stora raslaster kan det bli svårt att ta lasten i en prefabricerad takplatta.

#### ***Hur skulle entreprenören gynnas vid prefabricering jämfört med platsgjutning av skyddsrum?***

- Se sammanställning under övriga frågeställningar.

#### ***Vad är viktigt gällande kontrollsystem och arbetsätt med skyddsrum? Hur skulle kontrollsystemet påverkas om det är platsgjutet eller prefab? Utifrån entreprenörens perspektiv.***

- Vid prefabricering behövs en ny checklista för montagetts utförande.
- En mottagningskontroll behövs.

- Kontrollsystemet behöver anpassas till hur skyddsrummet ska utföras, dvs om skyddsrummet ska utföras helprefabricerat, halvrefabricerat eller om en kombination av dessa används.

***Hur tror ni byggbarheten av prefabskyddsrum skiljer sig beroende på om omkringliggande byggnad är platsgjuten eller i prefab?***

- Ingen större betydelse, sålänge man löser kopplingen mellan platsgjutning/prefabricerat. Jämfört med övrig byggnation idag bedöms inga ytterligare svårigheter finnas vid kopplingen prefab/platsgjutet.
- Mer krympningsproblematik på arbetsplatsen vid prefabricering.

***När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera istället för att platsgjuta skyddsrum?***

- Så tidigt som möjligt eftersom prefabricering innebär att beställningen av element behöver göras tidigt, beställning bör göras minst ca 6 månader innan byggnation.

### **E.3 Skyddsrumssakkunniga**

I följande bilaga sammanställs information från en intervju med skyddsrumssakkunniga från byggbranschen. Nedan återfinns diskussionsfrågor samt en sammanställning av vad som diskuterades under mötet.

Datum: 2024-08-26

Tid: 14:00 – 15:30

Deltagare - arbetsgruppen:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult

Deltagare – skyddsrumssakkunniga:

- Erland Olsson, Brönje AB
- Maria Berg, Ramboll

#### **E.3.1 Presentation av deltagare**

Presentation av Nilesh Timmerbäck, Sten-Åke Bergstrand och Morgan Johansson enligt avsnitt E.2.1.

Erland Olsson, Brönje AB:

Erland Olsson har mer än 50 års erfarenhet av byggbranschen inom olika roller. År 1971 arbetade han på konstruktionskontor med bl a ett uppdrag med 11 skyddsrum i Mölndal med 2235 skyddsrumspplatser totalt. Efter ett drygt tvåårigt utlandsuppdrag blev det återgång till svenska byggmarknaden nu med uppdrag som byggkontrollant och byggledare. Under denna period har Erland deltagit i flera uppdrag som innefattar skyddsrum. Från 1995 till 2012 arbetade Erland som kvalificerad skyddsrumssakkunnig i västra Sverige med en mängd olika uppdrag, både nya skyddsrum och åtgärder i befintliga samtidigt som andra uppdrag genomfördes som bygg- och projektledare. Från 2012 har Erland drivit eget företag i Blekinge och har i sydostsverige varit sakkunnig skyddsrum för bl a nybyggnader i Växjö, Ronneby, Olofström och Kalmar. Ett stort antal besiktningar inkl. åtgärdsförslag och kontroller av befintliga skyddsrum i sydöstra Sverige samt några mer avlägsna som i Stockholm och Södertälje med olika åtgärdsförslag.

### Maria Berg, Ramboll:

Maria Berg arbetar med konstruktioner för alla byggnadstyper. Hon har lång erfarenhet inom byggkonstruktion där hon arbetat både som gruppchef, uppdragsledare, handläggare, beräknings- och ritingenjör. Hennes spetskompetenser är skyddsrumssakkunnig, Kontrollansvarig enligt PBL samt BAS P. Hennes roll som skyddsrumssakkunnig startade 2010 och sedan dess har hon varit delaktig i samband med såväl ombyggnadsprojekt som i projekt med nya skyddsrum. Under hennes tid som skyddsrumssakkunnig har hon varit med och uppfört nya skyddsrum inom mer än 20 olika projekt med ett eller flera skyddsrum inom varje projekt med totalt ca 5000 skyddsplatser. Hon har därför stor erfarenhet av gastäta och explosionståliga betongkonstruktioner. Idag arbetar Maria på Ramboll Sverige AB där hon är Gruppchef inom Konstruktion i kombination med hennes uppdrag som skyddsrumssakkunnig.

### **E.3.2 Övergripande diskussionsfrågor**

- Upplever ni att byggbranschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?
- Vilka är dem "vanligaste" upplevda problemen som uppstår idag vid byggnation av skyddsrum och hur kan dessa arbetas bort vid användning av prefabricering?
- Vilka utmaningar eller farhågor kan prefabricering medföra vid byggnation av skyddsrum? (kvalitetsmässigt, kontrollsystem etc.)
- Hur mycket är det möjligt att effektivisera byggprocessen vid byggnation av prefabricerade skyddsrum?
- När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera skyddsrummen istället för att platsgjuta dem?
- Hur kan ett kontrollsystem vid prefabricering av skyddsrum se ut? Beakta följande delar av byggprocessen:
  - Projektering
  - Tillverkning
  - Byggproduktion
  - Slutbesiktning

### **E.3.3 Sammanställning intervju**

#### **Upplever ni att byggbranschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?**

- Nej men byggbranschen är alltid intresserad av förenklingar och tidsbesparande åtgärder och här kan prefabricering vara ett attraktivt alternativ till dagens platsgjutna skyddsrum.
- Frågor kring prefabricering har enbart fåtts kring utformningen av stigschakt och huruvida dessa kan utföras prefabricerade eller inte.

#### **Vilka är dem "vanligaste" upplevda problemen som uppstår idag vid byggnation av skyddsrum och hur kan dessa arbetas bort vid användning av prefabricering?**

- Upplevelsen är att entreprenörerna ofta tycker upprättande av skyddsrum är dyrt, svårt och besvärligt att genomföra. Detta grundar sig ofta i en bristfällig kunskap som finns hos entreprenörerna.
- Listade problem som uppstår idag vid byggnation av skyddsrum:
  - Hörnkopplingar (gäller montering av S-byglar) mellan framförallt väggar är komplexa att få till på ett bra sätt på arbetsplatserna. S-byglarna är svåra att montera och kan bli besvärliga att bocka om grova dimensioner används.

- Hantering av armeringen kring övertrycksventilen kan vara besvärligt, det kräver bockning och flyttning av armeringen för att få till på ett bra sätt i väggen.
- Ett av dem vanligare problemen som uppstår idag är felaktiga täckskikt (blir ofta för stora), detta kan innebära kostsamma åtgärder i efterhand samt att byggdelen statiska motståndsförmåga blir sämre på grund av exempelvis en lägre effektivhöjd för armeringen.
- Väggarmering kring dörröppningar upplevs också vara problematiska att få till ibland.
- Felvända dörrar förekommer, dock inte så ofta.
- Vad prefabricering kan medföra:
  - Om en prefabtillverkare enbart arbetar med prefabricerade skyddsrum bör säkerheten mot fel minska då dessa blir experter på utförandet av skyddsrum. Om en prefableverantör istället arbetar med olika typer av prefabkonstruktioner bör det fortfarande föreligga risk för fel.
  - Prefabricering bör medföra bättre kontroll på täckskikt i en prefab konstruktion; enklare att kontrollera armeringen i en öppen form jämfört med en stängd väggform på en arbetsplats.

#### **Vilka utmaningar eller farhågor kan prefabricering medföra vid byggnation av skyddsrum? (kvalitetsmässigt, kontrollsystem etc.)**

- Huvudproblemet med prefabricering bedöms vara skarvarna/fogarna mellan element.
- Beroende på prefabriceringsgrad (halvprefab & helprefab) bör olika svårigheter finnas vad gäller kopplingar, montage osv.
- Att ta steget helt från platsgjutning är en utmaning, för att få till skyddsrummen bör en del platsgjutning användas, främst i kopplingar mellan element där armering överlappar.
- För att tillåta prefabricerade skyddsrum bör checklistorna som finns idag anpassas efter detta.
- En aspekt som kan bli viktig vid användning av prefabricering är tydliga gränsdragningar mellan olika ansvarsområden, exempelvis mellan prefabtillverkare och entreprenör. Detta medför att överlämningarna och ansvarstagandet för olika delar blir viktiga.
- Fabrikerna bör ha en egen skyddsrumssakkunnig som kontrollerar och certifierar betongelementen som godkända produkter. Ett alternativ kan även vara att certifiera ett helt skyddsrum där samtliga produkter ingår i den godkända certifieringen samt att prefabtillverkaren monterar skyddsrummet för att säkerställa ställda krav på utformningen. Om ett skyddsrum levereras färdigmonterat bör detta vara säkrare eftersom det annars kan uppstå problem med gränsdragningar (ansvarstagande) om det skulle uppstå något problem, exempelvis om gastätheten inte uppnås (vems fel är det då? (entreprenörens montage eller prefableverantörens element?)).
- Som skyddsrumssakkunnig i ett projekt är det enklare att få en certifierad produkt (betongelement i detta fallet) till sig eftersom den sakkunnige inte behöver ta ansvar själv för själva elementet.
- Halvprefablösningar bör ge mer kontroll på arbetsplatserna vid montage jämfört med helprefab.

#### **Hur mycket är det möjligt att effektivisera byggprocessen vid byggnation av prefabricerade skyddsrum?**

- Helprefabricering bör bidra till effektivisering inom alla delar av uppförandet, detta inkluderar tidsmässiga och kostnadsmissiga parametrar. Vid storskalig produktion av

liknande skyddsrum bör effektiviseringen vara mycket hög jämfört med platsbyggnation av skyddsrum.

- En aspekt som avgör hur effektivt prefabricering av skyddsrum är, är exempelvis var skyddsrummet ska byggas. Ska skyddsrummet byggas ihop med ett stort hus måste det projekteras ihop och anpassas till byggnaden och då kan det minska effektiviseringen jämfört med om det ska byggas som ett fristående skyddsrum avlägset från annan bebyggelse (ingen hänsyn behöver tas till annan bebyggelse, exempelvis ingen raslast). Det sistnämnda alternativet kan innebära ett koncept som kan placeras ut vart som helst där raslasterna från omkringliggande byggnader inte förekommer.

### **När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera skyddsrummen istället för att platsgjuta dem?**

- Så tidigt som möjligt för att få en så stor kostnadsbesparing som möjligt, beror också på projektets komplexitet, exempelvis om det ska projekteras in i ett befintligt hus, nybyggnation eller byggt som ett fristående skyddsrum separat från annan bebyggelse.
- Beslut om detta bör absolut senast tas i start av bygghandling.

### **Hur kan ett kontrollsystem vid prefabricering av skyddsrum se ut? Beakta följande delar av byggprocessen.**

- Generellt: Idag finns det en skyddsrumssakkunnig från projekteringen till slutbesiktningen. Vid prefabricering av skyddsrum behövs ytterligare en sakkunnig som gör kontrollerna i fabriken medan den skyddsrumssakkunnige i projektet utför exempelvis kontroller av montaget osv. Två olika sakkunniga som utför kontroller i olika skeden ställer krav på tydliga gränsdragningar, exempelvis om problem upptäcks vid slutbesiktningen är det viktigt att kunna skilja på vems ansvar detta faller under (prefableverantörens element eller felaktig montering?).
- Generellt: Den skyddsrumssakkunnige tar ansvar för helheten på likadant sätt som det ser ut idag och ser till att skyddsrummet projekteras ihop med byggnaden i fråga. Skyddsrumssakkunnig kan även ansvara för att lasterna ges vidare från prefableverantören (för skyddsrummet) till övriga projektörer i projektet (skyddsrumssakkunnig får en mer samordnande roll i projekteringen).
- Generellt - uppdelning av sakkunnigas (projektering/prefab) ansvar:
  - Projektering: den skyddsrumssakkunnige godkänner att man får gå vidare med bygghandling likt dagens system.
  - Tillverkning: egen sakkunnig på fabriken som utför kontroller och certifierar elementen i enlighet med ett framtaget kontrollsystem för prefab.
  - Byggproduktion: den skyddsrumssakkunnige i projektet gör kontroller som omfattar montaget på arbetsplatsen. Ett alternativ till detta är att prefableverantören upphandlas med ett helhetsansvar över montaget vilket innebär att prefableverantören ansvarar för montaget och ser till att kontroller i enlighet med gällande kontrollsystem utförs.
  - Slutbesiktning: den skyddsrumssakkunnige i projektet är med under slutbesiktningen.
- **Projektering**
  - Idag finns det bra checklistor för projekteringsskedet så det bör inte krävas så mycket justeringar av dessa vid prefabricering. Möjligtvis krävs några nya detaljer som behöver förtydligas som är anpassade efter prefab.

- **Tillverkning**
- Vid prefabricering bör ett nytt kontrollsystem för tillverkningen tas fram där certifieringar av element blir aktuellt. Vid övergång till prefabricering bör lösningarna anpassas efter detta, dock bör principen för utformningen av elementen följa dagens anvisningar i skyddsrumreglerna.
- Sakkunnig i fabrik bör vara egenanställd för att få en tillverkning som kan rulla på utan längre avbrott. Om icke egenanställd kan detta leda till mycket runtåkning för den sakkunnige till olika fabriker.
- **Byggproduktion**
  - Den skyddsrumssakkunnige gör kontrollen av montaget på arbetsplatsen (förutsatt att prefableverantören inte upphandlas med detta inkluderat).
- **Slutbesiktning**
  - Ganska komplett system för detta finns idag och inga större anpassningar bör göras.
- **Övrigt**
  - Prefabricering av skyddsrum kan medföra potential för exempelvis mobila skydd eller skyddade utrymmen som snabbt behöver byggas vid ökat behov. Exempelvis kan elementen till dessa förtillverkas och placeras i en lagerlokal i väntan på att behov finns för användning.
  - Ett nytänkande kan behövas när det gäller skyddsrum och implementering av prefabricering, det kan behövas anpassningar av skyddsrumreglerna efter prefabricering.
  - Den största utmaningen bedöms vara att lyckas med fullskalig prefabricering av skyddsrum och inte delvis prefabricering. För att lösa detta bör knutpunkter studeras samt möjliggöra enkla montage på arbetsplatsen.

## E.4 Leverantörer

I följande bilaga sammanställs information från en intervju med prefableverantörer från byggbranschen. Nedan återfinns diskussionsfrågor samt en sammanställning av vad som diskuterades under mötet.

Datum: 2024-09-19

Tid: 13:00 – 14:30

Deltagare - arbetsgruppen:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult

Deltagare – leverantörer:

- Emil Edvinsson, Strängbetong
- Magnus Fridvall, Heidelberg Materials
- Jacob Holm, Skyddsrumsspecialisten
- Carina Broman, Skyddsrummsprodukter

#### **E.4.1 Presentation av deltagare**

Presentation av Nilesh Timmerbäck, Sten-Åke Bergstrand och Morgan Johansson enligt avsnitt E.2.1.

##### Emil Edvinsson:

Har 15 års erfarenhet i byggbranschen med särskild inriktning på prefabricerade konstruktioner som ingenjör. De senaste två åren har jag arbetat på Strängbetong med nuvarande roll som chef produktledning, där jag ansvarar för att leda utvecklingen av företagets produkter, entreprenader och tekniska verktyg för konstruktörer.

##### Magnus Fridvall:

Magnus Fridvall är chef för Heidelberg Materials Precast Abetongs produkt- och marknadsutveckling. Han har 24 år i företaget och har arbetat i roller som marknadschef, säljchef och divisionschef samt har även två års erfarenhet av sälj- och marknadschef för deras dotterbolag i Polen.

##### Jacob Holm:

Ursprungligen byggprojektledare sedan 2008 inom traditionell bygg. Sadlade om till projektledare inom skyddsrum och har jobbat på Skyddsrumsspecialisten sedan 2018. Drivet ca 1000 st skyddsrumprojekt med renoveringar och förbättringar av olika slag(rot/material). Varit med att utveckla samtliga certifierade produkter som vi säljer idag, processer med testningar och design, startat upp flertalet orter med samma typ av verksamhet. Jobbar idag som VD för Sveriges största koncern nischade inom skyddsrum, Skyddsrumsspecialisten.

##### Carina Broman:

Civilingenjör och skyddsrumssakkunnig. I skyddsrumbranschen i olika roller sedan 2007, numera mest som Skyddsprodukter i Sverige ABs rådgivare/kontaktperson vid nyproduktion av skyddsrum och större ombyggnader, produktutveckling samt intern process- och personalutveckling.

#### **E.4.2 Övergripande diskussionsfrågor**

- Upplever ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?
- Vilka möjligheter ser ni med prefabricering vid uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis konstruktiv utformning, kontrollsystem, transport, svetsade komponenter etc.
- Vilka utmaningar ser ni med prefabricering inom uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis konstruktiv utformning, kontrollsystem, transport, svetsade komponenter etc.
- Hur påverkas leverantörernas (av skyddsrumprodukter) hantering av produkter vid prefab jämfört med platsgjutning? Fördelar/nackdelar
- Hur skulle ett kontrollsystem för elementtillverkning i fabrik kunna se ut?
- Hur skulle projektering av skyddsrum i prefab hanteras? Skulle det skilja sig från vanlig husprojektering?
- Hur bör den skyddsrumssakkunniges roll i projektet hanteras?
- Hur tror ni byggbarheten av prefabskyddsrum skiljer sig beroende på om omkringliggande byggnad är platsgjuten eller i prefab?
- När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera istället för att platsgjuta skyddsrum?
- Ser ni något behov av att göra fler eller färre kontroller för prefabskyddsrum?



### **E.4.3 Sammanställning intervju**

#### ***Uppläver ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?***

- Prefableverantörerna upplever ingen efterfrågan på prefabricering inom uppförandet av skyddsrum.
- Leverantörerna av skyddsrumprodukter har fått önskemål kring att hitta en förenklad byggmetod för skyddsrum, däribland upplevs prefabricering vara ett bra alternativ till platsgjutning.

#### ***Vilka möjligheter ser ni med prefabricering vid uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis konstruktiv utformning, kontrollsystem, transport, svetsade komponenter etc.***

- Delar som bör förenklas:
  - Kontroller i sin helhet. Om kontrollsystemet delas upp där elementen kontrolleras i fabriken bör detta medföra en enklare kontrollprocess för övriga delar (exempelvis byggproduktion).
  - Säkrare prisbild då det blir enklare att förutse kostnaden jämfört med platsgjutning.
  - Precisionen för ingjutningsgodsets placering bör bli enklare vid gjutning i en liggande form jämfört med en stående väggform (som används vid platsgjutning).
  - Enklare/snabbare montage på arbetsplatsen.
- Möjlighet till bättre kvalitet på utförandet eftersom tillverkningen sker inomhus samt att det finns tillgång på kvalificerad personal som utför kontroller och tillverkning av elementen.
- Potentialen för prefabricering jämfört med platsgjutning bedöms vara större för fristående skyddsrum som placeras ovan mark avskild från annan bebyggelse. Byggnation av skyddsrum under en byggnad är mer komplext och kräver anpassning till omkringliggande byggnad.
- Idag finns det etablerade kontrollsystem i fabriker vid prefabricering av element, detta är ett inarbetat arbetssätt som kan utvecklas och anpassas efter tillverkning av element för skyddsrum (i enlighet med gällande regelverk).
- Möjlighet att använda ett liknande certifieringssystem som vid certifiering av skyddsrumprodukter bör finnas för prefabricerade element. Detta innebär att elementen kan ses som godkända/verifierade produkter som sätts ihop på arbetsplatsen.
- Möjlighet med effektivisering genom standardisering (mer om standardisering finns längst ner i denna sammanfattningen):
  - För en prefableverantör är det smidigare att använda sig av standardisering (standardmått etc.) för att få en högre effektivitet i utförandet. Förslagsvis kan kritiska delar av skyddsrummen utföras standardiserade, exempelvis hörkopplingar. Resterande delar kan vara unika för att möjliggöra anpassning till projektet där skyddsrummet ska användas (olika projekt har olika förutsättningar) – standardisering inom moduler.
  - Standardiserad produktion av prefabskyddsrum kan medföra potential för annan typ av fysiskt skydd utöver skyddsrum, exempelvis skyddade utrymmen som kan

användas i den bebyggda miljön - exempelvis ett cykelförråd som även fungerar som ett skyddat utrymme.

- Vid standardisering av utformningen är det viktigt att få med arkitekten, detta kan då medföra stora besparingar i både tid och utförandet. Standardisering bör även underlätta för övriga discipliner i ett projekt också.
- Om tillverkningen görs på ett kontrollerat sätt i fabriken med kontrollanter finns möjligheten att antalet olyckor och tillbud minskar på byggarbetsplatsen. Exempel prefab: Vid igjutning av en skyddsrumsdörr (totalvikt ca 1 ton) i fabrik kan dörren monteras till dörrkarmen som sitter fastgjuten i det färdiga väggelementet. Elementet kan sedan med monterad dörr fraktas till arbetsplatsen för montage. Idag, vid platsgjutning, hanteras montaget av dörren på arbetsplatsen.
- Möjlighet att gjuta in ankarskenor till elementen i fabrik kan medföra enklare montage av exempelvis toalettväggar, armaturer och fånganordningar på arbetsplatsen. Detta bör ge en bättre finish på skyddsrummet.

***Vilka utmaningar ser ni med prefabricering inom uppförandet av skyddsrum? Diskutera exempelvis konstruktiv utformning, kontrollsystem, transport, svetsade komponenter etc.***

- Inte lika flexibelt i utformningen pga eftersträvd standardisering i utförandet.
- Förtillverkade element innebär transporter av tunga element samt hantering av tunga element på arbetsplatsen.
- Små toleranser på arbetsplatsen mellan prefab/platsgjutet samt risk för fel vid en uppstyckad entreprenad där exempelvis en part gör grundkonstruktionen och en prefableverantör tillverkar elementen. Samordningen mellan prefab/platsgjutet blir viktigt i dessa lägen för minimera risken för fel. Vid fel kan detta medföra betydande konsekvenser för byggprojektet i form av tid och kostnad. Eftersom regelverket ställer krav på fast inspänning (dubbelarmerade tvärsnitt) mellan vägg/takplatta/bottenplatta blir kraven på toleranser viktiga i utförandet. Om grundkonstruktionen är prefabricerad istället för platsgjuten bör det bli enklare med toleranser eftersom likadan prefableverantör enklare kan ha koll på möten mellan sina element.

***Hur påverkas leverantörernas (av skyddsrumprodukter) hantering av produkter vid prefab jämfört med platsgjutning? fördelar/nackdelar***

- Lättare att leverera i tid och rätt vara eftersom varorna kan levereras i större batcher till prefableverantörerna istället för mindre volymer till flera olika byggarbetsplatser. Detta medför ett bättre flöde och enklare hantering för leverantören av skyddsrumprodukter.
- Utveckling av skyddsrumprodukter bedöms bli bättre eftersom prefableverantören kan arbeta mer tillsammans med leverantören av skyddsrumprodukter. Idag arbetar prefableverantörer tillsammans med olika leverantörer av produkter för att utveckla bättre produkter som bidrar till exempelvis enklare montage för tillverkaren. För en prefableverantör finns incitament att vara med och vara involverad i utvecklingen av produkter eftersom dem gynnas av en effektivare tillverkning. Detta innebär att det långsiktiga arbetet med utveckling av produkter bör bli mer betydande.

***Hur skulle ett kontrollsystem för elementtillverkning i fabrik kunna se ut?***

- Idag används olika kontrollsystem vid tillverkning av element i fabrik, vid tillverkning av element till skyddsrum hade detta arbetssätt kunnat utvecklas och anpassas efter gällande regelverk för skyddsrum. Förslagsvis; genom en utbildning/kurs hos MSB kan personal utbildas för att genomföra kontroller av element, alternativt kan företaget

certifieras som godkända att utföra kontroller (certifiering av funktion eller certifiering av enskilda personer). Som komplement till kontrollerna som utförs kan förslagsvis stickkontroller utföras i fabrik av tredje part.

- Vid mottagning av element på arbetsplatsen bör en mottagningskontroll finnas för att kontrollera att elementen inte skadats.

### ***Hur skulle projektering av skyddsrum i prefab hanteras? Skulle det skilja sig från vanlig husprojektering?***

- ***Hur bör den sakkunniges roll i projektet hanteras?***
  - Vid ett mer standardiserat utförande bör projekteringen skilja en del från dagens projektering av platsgjutna skyddsrum. Standardisering kan innebära att arkitekten får givna förutsättningar att förhålla sig till i utformningen. Detta kan gynna arkitekten eftersom det upplevs finnas en bristfällig kunskap kring utförandet av skyddsrum idag, å andra sidan kan det ses som en nackdel eftersom arkitekten blir mer låst till en typ av utförande.

### ***Hur tror ni byggbarheten av prefabskyddsrum skiljer sig beroende på om omkringliggande byggnad är platsgjuten eller i prefab?***

- Ingen större skillnad.

### ***När i byggprocessen bör man bestämma sig för att prefabricera istället för att platsgjuta skyddsrum?***

- Så tidigt som möjligt, helst i arkitektstadiet för det kan avgöra vilka frihetsgrader arkitekten får i utformningen av skyddsrummet. Ett prefabricerat skyddsrum som utförs efter standardiserat innebär ramar kring vad man ska förhålla sig till.
- Vid val att prefabricera skyddsrum behöver prefableverantören tid till att exempelvis boka upp plats i fabrik.
- Det bedöms vara enklare att i ett senare skede ändra från prefab till platsgjutet jämfört med platsgjutet till prefab eftersom prefab är mer standardiserat och begränsat i utformningen.

### ***Ser ni något behov av att göra fler eller färre kontroller för prefabskyddsrum?***

- Prefabricering innebär att kontrollerna delas upp mellan fabrik och arbetsplatsen. Liknande kontroller bör dock göras, på arbetsplatsen görs kontroller som berör sammankopplingen av elementen medan kontroller i fabrik avser kontroller av enbart elementen.
- Likt dagens arbetssätt är det viktigt att prefableverantören får den sakkunniges godkännande av handlingar innan tillverkningen drar igång. Prefableverantören skickar handlingar till skyddsrumssakkunnig under projekteringen.
- Mottagskontroll på byggarbetsplatsen är en kontroll som bör tillkomma, här görs en kontroll för att säkerställa att element inte skadats vid leverans till arbetsplatsen.
- En möjlighet som prefab kan medföra är exempelvis att hela färdiga väggelement kan provtryckas i fabrik med tillhörande ingjutningsgods.

### ***Övrigt - Standardisering genom prefabricering***

- Ett förslag för hur framtida byggnation av skyddsrum i Sverige generellt sett kan se ut kan exempelvis vara att hitta ett nytt system där standardiserade skyddsrumstyper används. Dessa skyddsrum har standardiserade utformningar som beskriver hur ett skyddsrum ska utformas och se ut. Detta kan innebära att prefableverantörer kan tillverka typelement och lagerhålla dessa inför kommande byggnation. Detta bör

effektivisera uppförandet av skyddsrum och kan i förlängningen innebära kostnadsbesparingar.

## **E.5 MSB**

I följande bilaga sammanställs information från en intervju med prefableverantörer från byggbranschen. Nedan återfinns diskussionsfrågor samt en sammanställning av vad som diskuterades under mötet.

Datum: 2024-08-29

Tid: 09:30 – 11:00

Deltagare - arbetsgruppen:

- Nilesh Timmerbäck, Skanska
- Sten-Åke Bergstrand, Skanska
- Morgan Johansson, Norconsult

Övriga deltagare:

- Lars Gråbergs, MSB
- Peter Carman, MSB

### **A.5.1 Presentation av deltagare**

Presentation av Nilesh Timmerbäck, Sten-Åke Bergstrand och Morgan Johansson enligt avsnitt E.2.1.

#### Lars Gråbergs:

Lars Gråbergs har arbetat inom skyddsbranschen sedan början av 2000-talet, de senaste 12 åren som skyddsrumssakkunnig med kvalificerad behörighet vid MSB. Han arbetar främst med utveckling av tekniskt stöd för konstruktion, produktion och vidmakthållande av skyddsrum.

#### Peter Carman:

Peter Carman har jobbat på MSB sedan 2018. Han jobbar med tekniska frågor gällande skyddsrum vilket bland annat innefattar deltagande i utvecklingsmöten/arbeten och support till skyddsrumssakkunniga och andra externa aktörer i frågor av mer teknisk karaktär. Han är även ansvarig för planering och genomförande av utbildningen till skyddsrumssakkunnig.

### **A.5.2 Övergripande diskussionsfrågor**

- Upplever ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?
- Idag tillåter skyddsrumslagarna enbart platsbyggnation av skyddsrum, historiskt sett har detta inte alltid varit fallet. Så tidigt som när Skyddsrum SR 09 gällde godkändes användning av förtillverkade skalelement för skyddsrum, vid övergång till skyddsrum SR 15 togs detta godkännandet bort.
  - Vet ni varför Sverige slutade tillåta byggnation av skyddsrum med förtillverkade skalelement?
- Hur ser ni på prefabricering som ett möjligt alternativ till platsgjutning av skyddsrum?
  - Vad blir bättre/sämre?
- Vilka är dem "vanligaste" upplevda problemen som uppstår idag vid byggnation av skyddsrum och hur kan dessa arbetas bort vid användning av prefabricering?
- Vad saknas för att vi ska godkänna prefabricering? Exempelvis testning av kopplingar, nytt kontrollsystem etc.

- Norge/Finland har lagstadgat krav på byggnation av skyddsrum i samband med nybyggnation av bostäder, kontor, kommersiella fastigheter etc.
  - Hur ser ni på detta i jämförelse med Sverige?
  - Kan prefabricering bidra till upptaktning vid ett större behov?
- Ser ni andra potentiella användningsområden att använda prefabricering inom fysiskt skydd? Exempelvis mobila skydd, skyddade utrymmen etc.

### **E.5.3 Sammanställning intervju**

#### **Upplever ni att branschen efterfrågar prefabricering inom byggnation av skyddsrum?**

- Frågor kring detta dyker upp emellanåt eftersom branschen i övrigt arbetar mycket med prefabricering av övriga delar av byggnaden. Frågan dyker främst upp i samband med utformningen av stigschakt.
- En anledning till att efterfrågan på detta inte är så stor kan vara för att det står tydligt i skyddsregsreglerna att detta inte är tillåtet.

**Idag tillåter skyddsregsreglerna enbart platsbyggnation av skyddsrum, historiskt sett har detta inte alltid varit fallet. Så tidigt som när Skyddsrum SR 09 gällde godkändes användning av förtillverkade skalelement för skyddsrum, vid övergång till skyddsrum SR 15 togs detta godkännandet bort.**

- *Vet ni varför Sverige slutade tillåta byggnation av skyddsrum med förtillverkade skalelement?*
  - Nej men det finns lite olika spekulationer, en rimlig anledning är att dem prefabricerade skyddsrummen som byggdes inte uppfyllde förväntningarna eller krav. En annan rimlig anledning är att dagens kontrollsystem i SR 15 inte är anpassat till prefabricering vilket gör det svårt för den skyddsrumssakkunnige att övervaka olika delar av tillverkningen, detta blir inte praktiskt vid tillverkning i fabrik.

#### **Hur ser ni på prefabricering som ett möjligt alternativ till platsgjutning av skyddsrum?**

- **Vad blir bättre/sämre?**
  - MSB har i sitt arbete diskuterat dessa frågor tidigare och landat i att det finns både utmaningar och begränsningar när det gäller det tekniska utförandet och kontrollsystemet vid produktion. Exempelvis kan kopplingar mellan prefabricerade element vara en utmaning.
  - En potential kan vara att det blir enklare att kvalitetssäkra utförandet vid prefabricering jämfört med platsbyggnation eftersom arbetet sker under mer kontrollerade former.
  - Vid prefabricering kan en fördel vara att prefabtillverkarna som inriktar sig mot prefabricering av skyddsrum blir duktiga på detta och får en hög kompetens inom området. Jämfört med dagens byggnation av skyddsrum förekommer det entreprenörer som sällan bygger skyddsrum vilket kan innebära en bristfällig kompetens.
  - Prefabricering kan medföra mycket fogar mellan olika element vilket kan ge upphov till potentiella svaghetszoner.

**Vilka är dem "vanligaste" upplevda problemen som uppstår idag vid byggnation av skyddsrum och hur kan dessa arbetas bort vid användning av prefabricering?**

- För stora erhållna täckskikt är ett vanligt förekommande problem idag vid platsbyggnation och detta upptäcks vanligtvis vid kontroll vid slutbesiktning. Vid prefabricering bedöms dock detta bli enklare att utföra och kontrollera.
- Idag har dem som bygger skyddsrummen inte alltid full koll på vart och hur ingjutningsgodsen ska placeras, exempelvis hur dem ska förhålla sig till öppningar etc. Detta kan uppstå pga informationen från produktionsledningen inte når arbetslagen som utför arbetet, här kan även inhyrd arbetskraft som är ovana att arbeta med skyddsrum vara en bidragande faktor till dessa problem.
- Ovan nämnda problem är vanligtvis kostsamma och arbetskrävande moment.

### **Vad saknas för att vi ska godkänna prefabricering? Exempelvis testning av kopplingar, nytt kontrollsystem etc.**

- Det är viktigt att hitta ett kontrollsystem som är anpassat efter att hantera risker som prefabricering möjligen medför.
- Kraven vi ställer på platsgjutning av skyddsrum måste ställas på prefabricering också, detta innebär att flera kontroller som utförs på arbetsplatserna idag måste utföras i fabrik istället.
- Exempelvis kan det behövas en begränsning i framtiden för ett godkänt antal fogar i en prefabkonstruktion (vertikala fogar i väggar eller horisontella fogar mellan takelement). Detta kan i sin tur medföra att utformningen av skyddsrum blir styrda och begränsade i sin utformning.

### **Norge/Finland har lagstadgat krav på byggnation av skyddsrum i samband med nybyggnation av bostäder, kontor, kommersiella fastigheter etc.**

- **Hur ser ni på detta i jämförelse med Sverige?**
  - Det finns ett lagstadgat krav på byggnation i Sverige också där det är staten som finansierar skyddsrummen. Sverige har inte avsatt något medel för att bygga skyddsrum sedan början av 2000-talet så valet gjordes att ta bort provningskravet tills vidare, dock står det fortfarande i lagen att behovet ska prövas.
- **Kan prefabricering bidra till upptaktning vid ett större behov?**
  - Beror på vilken typ av skyddsrum det pratas om. Det beror exempelvis på skyddsrummets planutformning och inverkan av raslast.
  - Man kan även tänka sig en enklare variant av ett skyddsrum, ett så kallat skyddat utrymme. Ett sådant skydd skulle i sådant fall kunna erbjuda ett skydd mot splitter och luftstöt våg men exempelvis inte ha skyddsrummets krav på luftrening. För denna typ av utrymme hade prefabricering potentiellt kunna vara ett bra alternativ eftersom en storskalig produktion kan uppnås pga flertal likadana element. Denna typ av skydd används idag i andra delar av världen för att öka mängden fysiskt skydd för den egna befolkningen. För denna typ av skydd skulle kanske en enklare typ av hopkoppling mellan olika element vara möjligt.

### **Ser ni andra potentiella användningsområden att använda prefabricering inom fysiskt skydd? Exempelvis mobila skydd, skyddade utrymmen etc.**

- MSB får till sig frågor ibland från leverantörer och omvärlden att andra länder använder sig av exempelvis mobila skydd och skyddade utrymmen. Inom uppförandet av detta kan prefabricering vara ett möjligt alternativ till platsgjutning.