SBUF

ID: 13651

FUKT I PREFABRICERADE BETONGSANDWICHELEMENT

2019-10-26

SBUF stödjer
forskning & utveckling
som leder till
praktisk handling

FÖRORD

Skanska Sverige AB har drivit detta SBUF projekt, 13651 med namn ”Fukt i prefabricerade betongsandwichelement”. Genom detta projekt har en undersökning gjorts gällande hur vanligt det är med fuktproblem i betongsandwichelement. Projektet har även studerat vilka typer av problem som uppkommer, var de uppkommer och vilka konsekvenser de kan ge. Detta för att avgöra behovet av hjälpmedel till branschen. Projektets finansiärer är SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) och deltagande företag, vilket vi är mycket tacksamma för.

Projektets arbetsgrupp har utgjorts av representanter från Sveriges Byggindustrier, Skanska, NCC och Peab. Skanska har varit projektledare. Författare till rapporten är Emma Brycke och Charlotte Svensson Tengberg. Arbetsgruppen har bestått av följande personer:

Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier
Jonas Averius, Peab
Roger Persson, NCC
Linda Martinsson, Skanska Sverige/Teknik
Emma Brycke, Skanska Sverige/Teknik
Charlotte Svensson Tengberg, Skanska Sverige/Teknik

Dessutom har projektet haft en referensgrupp bestående av personer som representerar byggdoktorer, fuktsakkunniga, prefableverantörer, fogspecialister och entreprenörer.

Det har varit ett spännande projekt med ett stort engagemang hos de som bidragit till projektet. Vi vill rikta ett stort tack till alla som bidragit i projektet, som svarat på enkätundersökningen, medverkat i workshoppen och som har svarat på frågor och bidragit med olika kompetenser.

Oktober 2019.

SAMMANFATTNING

Att bygga med betongsandwichelement tillåter en hög byggtakt med god kvalitet. Betongsandwichelement som ytterväggar kräver dock stor omsorg vid utformning, särskilt ur fuktsynpunkt för att förhindra inläckage då sandwichelementen är enstegstätade. Historiskt sett har det visat sig att det förekommit problem med vatteninträngning vid användning av prefabricerade betongsandwichelement.

Syftet med SBUF-projektet är att genomföra en inventering av fuktproblem i betongsandwichelement. Detta genom att undersöka hur vanligt det är med fuktproblem i dessa typer av element tillsammans med studier av vilka typer av problem och skador som uppkommer, var de uppstår samt vilka konsekvenser dessa problem och skador kan medföra. Detta för att kunna avgöra behovet av förebyggande hjälpmedel till branschen.

I projektet har en litteraturstudie genomförts tillsammans med en enkätundersökning och en workshop.

Resultaten visar att det med dagens byggnadssätt förekommer fuktrelaterade problem för betongsandwichelement. Studien har dock inte kunnat ge någon entydig bild över omfattningen, Då fukt tar sig in i konstruktionen tyder denna undersökning på att det oftast är genom elementskarvar och fogar samt vid fönster som fukten tar sig in. Ett återkommande problem upplevdes också vara anslutningar, bland annat bjälklagsanslutningar och anslutning till balkonger samt förekomst av byggfukt. Projektet pekar på att det inte är alltid problemen visar sig på samma ställe som vatten tar sig in. Då vatten har kommit in är det enligt projektet oftast inne hos de boende som problemen visar sig.

Projektets undersökningar pekar på att vanliga konsekvenser är fuktproblem på invändiga material och ytskikt. Fuktproblemen kan även leda till ökade kostnader och olägenheter för de boende.

En slutsats är att det finns en förbättringspotential för byggande med prefabricerade betongsandwichelement ur fuktsynpunkt och att åtgärder kan behövas i flera skeden och för olika discipliner. Då projektet tyder på att det förekommer fuktproblematik för betongsandwichelement och att erfarenhet och kunskap finns hos personer i branschen föreslås ett fortsättningsprojekt inom ämnet i form av en guide eller handbok att använda som ett hjälpmedel i branschen.

INNEHÅLL

1. INLEDNING 4

1.1 SYFTE 4
1.2 AVGRÄNSNINGAR OCH DEFINITIONER 4
1.3 LÄSANVISNINGAR 4

2. GENOMFÖRANDE 5

2.1 LITTERATURSTUDIER 5
2.2 ENKÄTUNDERSÖKNING 5
2.3 WORKSHOP 5
2.4 SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE 5
2.5 BILAGOR 5

3. PREFABRICERADE BETONGSANDWICHELEMENT 6

4. LITTERATURSTUDIE 6

4.1 BYGGBRANSCHENS UTMANINGAR 6
4.2 BETONGSANDWICHELEMENTENS UTMANINGAR 7
4.3 UPPREPADE AVVIKELSER OCH BYGGFEL 8

5. ENKÄTUNDERSÖKNING 9

5.1 ENKÄTFRÅGOR 9
5.2 ENKÄTSVAR 10

6. WORKSHOP 21

6.1 GENOMFÖRANDE WORKSHOP 21
6.2 RESULTAT WORKSHOP 22
6.2.1 Gruppdiskussion 1. Var kommer fukt in i betongsandwichelement? Vad är felet? 22
6.2.2 Gruppdiskussion 2. Vilka rotorsaker har fuktproblemen? 24
6.2.3 Diskussion 3. Vilka lämpliga åtgärder skulle kunna genomföras för de olika områdena? 26

7. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE 28

7.1 SLUTSATSER 28
7.2 FÖRSLAG PÅ FORTSÄTTNINGSPROJEKT 29

LITTERATURFÖRTECKNING 30

BILAGA 1: Enkätfrågor
BILAGA 2: Enkätsvar
BILAGA 3: Workshop resultat

1. Inledning

Idag uppförs en stor andel av alla byggnader med prefabstommar. Betongsandwichelement som ytterväggar kräver stor omsorg vid utformning. Det finns idag inga branschkrav för utformning av dessa element utan varje prefabtillverkare utformar normalt sina element med egna konstruktörer och ibland egna typlösningar. Variationen av lösningar är stor och samordningen med den övriga projekteringen av byggnaden kan vara en utmaning.

Fuktrelaterade skador som uppstår kan bli kostsamma och ställa till med olägenheter för de boende. Det finns därför anledning att undersöka om det finns behov av en branschgemensam vägledning kring betongsandwichelement för att minska risken för dessa typer av problem och skador.

För att avgöra vad som behöver göras och vilka krav som behöver ställas för att minska risken för kvalitetsrelaterade problem har vi i detta projekt valt att genomföra en inventering av problembilden för fukt i prefabricerade betongsandwichelement.

1.1 Syfte

Syftet med detta SBUF-projekt är att genomföra en inventering av fuktproblem i betongsandwichelement. Detta genom att undersöka hur vanligt det är med fuktproblem i dessa typer av element tillsammans med studier av vilka typer av problem och skador som uppkommer, var de uppstår samt vilka konsekvenser dessa problem och skador kan medföra. Detta för att kunna avgöra eventuellt behov av förebyggande hjälpmedel till branschen.

1.2 Avgränsningar och definitioner

Denna studie har inventerat vilka typer av fuktproblem som har uppkommit för betongsandwichelement och i vilka lägen. Skador uppkomna på andra konstruktioner eller av andra anledningar har inte behandlats i detta projekt. Detta projekt har enbart fokuserat på att lokalisera problemområden för betongsandwichelement. Lösningar behandlas inte i detta projekt.

I detta projekt har endast nyproduktion av byggnader behandlats.

Projektet har haft som avsikt att titta på fuktproblem orsakade under hela byggprocessen; i elementproduktion, transport och lagring samt montage av betongsandwichelement och fram till färdigt hus.

1.3 Läsanvisningar

Denna rapport börjar med att ge en inledning till projektet i kapitel 1 och 2. Kapitel 3 presenterar betongsandwichelement och vad det innebär. Kapitel 4 redovisar den litteraturstudie som gjorts inom ämnet. Denna studie gjordes för att undersöka vilken information som i dagsläget finns om detta ämne. Kapitel 5 redovisar den enkätundersökning som gjorts för att ta reda på hur problembilden ser ut gällande fukt i prefabricerade betongelement. I kapitel 6 presenteras den workshop som anordnades i projektet. Workshoppen bidrog med många intressanta diskussioner och kompletterade och verifierade enkätundersökningen. Nästkommande kapitel 7 presenterar de slutsatser som kunnat dras för detta projekt. Även förslag på fortsatt arbete inom ämnet presenteras. Till sist kommer bilagor vilka presenterar fullständiga frågor och svar till enkäten tillsammans med resultat från workshoppen.

2. GENOMFÖRANDE

Genomförandet av detta SBUF-projekt kan redovisas i följande punkter.

2.1 Litteraturstudier

I detta SBUF-uppdrag har en litteraturstudie genomförts. Tidigare litteratur inom ämnet har studerats, exempelvis tidigare SBUF-projekt och examensarbete samt rapport från Boverket. Handböcker för betongkonstruktioner har även studerats. Litteraturstudien syftar till att göra en inventering av vilken information som finns inom ämnet och på så vis kunna bidra till att skapa en tydligare problembild gällande fuktproblem hos betongsandwichelement.

2.2 Enkätundersökning

En enkätundersökning har genomförts vilken syftade till att få en bild över fuktproblem i betongsandwichelement. Enkätundersökningen genomfördes via ett webb-formulär och skickades ut till bland annat byggdoktorer, fuktsakkunniga och prefableverantörer. Enkätundersökningen syftade till att samla in kunskap hos personer som har erfarenhet inom ämnet. Denna undersökning har bidragit till den sammantagna bilden av fukt i prefabricerade betongsandwichelement.

2.3 Workshop

För att verifiera och komplettera enkätsvaren har en workshop genomförts. På denna workshop fanns representanter från flera områden. Kompetenser som representerades var Byggdoktorer, fuktsakkunniga, prefableverantörer, fogspecialister och entreprenörer.

2.4 Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

Genom detta arbete har ett antal slutsatser kunnat dras. Slutsatserna baseras på de resultat och diskussioner som arbetet lett fram till. Förslag till vidare arbete presenteras med utgångspunkt i resultatet för detta projekt.

2.5 Bilagor

Här visas sammanställningar över enkätfrågorna med flervalsalternativen samt enkätsvaren tillsammans med resultat från diskussionerna på workshoppen.

3. Prefabricerade betongsandwichelement

Ett betongsandwichelement består vanligen av en bärande innerskiva av betong med en utanpåliggande isolering. Utanför denna isolering finns ännu en betongskiva monterad som oftast utgör fasad. Isoleringen består vanligtvis av cellplast och/eller mineralull.

Idag är det vanligt att bygga med betongprefab. Att bygga med betongsandwichelement tillåter en hög byggtakt med god kvalitet. Byggtiderna kan kortas ned, behovet av arbetskraft minskar och därmed även entreprenörens byggplatsomkostnader och administrativa kostnader. Ett prefabricerat bygge ger också ökade förutsättningar för en arbetsmiljö med färre arbetsplatsolyckor. Denna byggprocess kräver dock en väl samordnad och planerad projektering och styrning under byggprocessens tidiga skeden (Betongelementföreningen).

Betongsandwichelement som ytterväggar kräver omsorg vid utformning, särskilt ur fuktsynpunkt för att förhindra inläckage då sandwichelementen normalt är enstegstätade. Historiskt sett har det visat sig att det i vissa fall förekommit problem med vatteninträngning vid användning av prefabricerade betongsandwichelement.

Sett ur ett miljöarbete är ett viktigt mål att skapa resurssnåla processer, det är därmed viktigt med beständiga lösningar. Om en byggnad behöver saneras och rivas i förtid är det ett resursslöseri (Betongelementföreningen). För att få långlivade byggnader med minimerade renoveringsbehov krävs att byggnader byggs på rätt sätt och de elementval som väljs hanteras på ett bra sätt.

Med en bra användning av betongelement kan bygget snabbt monteras samman. Detta förutsätter dock att projektering och byggande är baserat på en rationell användning av toleranser samt att de ingående komponenternas deformationsegenskaper och mått-toleranser är kända. Samt att montering och utsättning av komponenterna sker inom de anvisade toleransernas gränsintervall (Betongelementföreningen).

4. Litteraturstudie

I detta projekt har det tagits del av litteratur kopplad till ämnet. Litteraturen redovisas litteraturförteckningen i slutet på rapporten. Litteraturstudien syftar till att göra en inventering av vilken information som redan finns inom ämnet, detta som en del i studien att få en översikt över hur problembilden ser ut gällande fukt i prefabricerade betongsandwichelement.

Litteraturstudien har genomförts via sökningar på internet och genom läsning av handböcker. Sökning digitalt har skett genom Google och Google Scholar.

Sökning digitalt visar på att det finns ett antal rapporter skriva som behandlar fuktproblem i byggnader. Dock är en reducerad mängd funnen gällande fukt och betongsandwichelement.

4.1 Byggbranschens utmaningar

Fuktproblem som drabbar våra hus är ett bekymmer. Orsaken till fuktproblem kan bero på många olika saker. Enligt ByggaF kan det bero på otydliga krav, otydlig ansvarsfördelning, orealistiska tidplaner, brister i uppföljning, bristande kompetens, otydlig kommunikation mellan skeden och bristande rutiner för fuktsäkerhet. Det kan även bero på nya typer och många olika typer av konstruktioner, komponenter och material (Fuktcentrum, 2013).

Branschstandarden ByggaF skriver vidare att krav på fuktsäkerhet i många fall kan komma i konflikt med andra krav så som arkitektoniska och gestaltningsmässiga krav, tillgänglighet och energikrav (Fuktcentrum, 2013).

I Sverige kommer ett stort antal bostäder och lokaler behöva byggas och renoveras fram till år 2025. Målsättningen är att producera långsiktigt hållbara byggnader med en god inomhusmiljö (Boverket, 2018). Undersökningar som är gjorda visar på att de senaste 20 åren har man funnit att det finns betydande fel, brister och skador inom byggsektorn. Boverkets rapport har i sin undersökning sett att det i första hand är vatten och fukt som dominerar problembilden. Rapporten pekar på att ett otätt klimatskal är ett vanligt förekommande problem och att inte byggnaderna skyddas från inträngande vatten. Tidsbrist och bristande kompetens eller resurser inom den egna organisationen har i Boverkets rapport setts som de dominerande orsakerna till att fel, brister och skador uppstår. Detta gäller både i planerings- och projekteringsskedet som under själva produktionen. Boverkets rapport *Kartläggning av fel, brister och skador* menar även att återföringen av erfarenheter är bristfällig. Många av problemen kan vara kopplade till utvecklingen nya material och produkter. Dock är en utveckling av material och produkter nödvändig för att skapa hållbara produkter och möta de mål som samhället har satt upp. Därmed är detta något som branschen behöver kunna hantera (Boverket, 2018).

Konsekvenser av byggskador är många. Boverket skriver i sin rapport om minskad effektivitet i byggandet och därmed ökade byggkostnader. Kostnaderna för dessa typer av problem kan kopplas till olika poster och drabbar därmed olika aktörer (Boverket, 2018).

4.2 Betongsandwichelementens utmaningar

I examensarbetet *Energieffektiva flerbostadshus av prefabricerad betong* (Sundberg, 2013) menar man att funktionskraven för en byggnad påverkar utformningen av konstruktionsdetaljer. Studien som utförts i denna rapport visar på att man haft problem med vatteninträngning under produktionsskedet. Vatteninträngning har skett genom exempelvis öppna fogar, dåligt genomförda anslutningar och uppfuktning av mineralull i överkant element eller i dörr- och fönsteröppningar. Detta kan i sin tur ge konsekvenser i form av extra insatser under produktionstiden som längre byggtorkning, försening av efterkommande arbete och byte av material. I rapporten står det vidare att

> *” Vatten rinner in i öppen skarv och letar sig vidare nedåt i konstruktionen till våningarna under där det kan upptäckas t.ex. på fönster eller runt fönsteröppningar”.*

Dessa läckage kan härledas till brister i konstruktionslösningarna och bristande fuktskydd under byggskedet.

Rapporten menar vidare att vatten som tar sig in kan transporteras lång väg innan det upptäcks och därmed kan ett läckage vara svårt att härleda. Renovering av lägenheter, köldbryggor på grund av fuktigt material och lukt, emissioner på grund av påväxt av mögel anges också som möjliga konsekvenser av inträngning av vatten (Sundberg, 2013).

Områden som anges som utmaningar är anslutning mot balkong- eller fönsterdörr på grund av de funktionskrav som råder inom tillgänglighet, fuktsäkerhet och energi. Fogning är även ett moment som är riskfyllt och kan medföra problem. För att fogningen skall kunna utföras krävs särskilda väderförhållanden, vilket gör att fogningen kan bli fördröjd om inte rätt väder råder (Sundberg, 2013). Rapporten nämner vidare att otydliga gränsdragningar och bristfälliga kontrakt kan vara en orsak till problem vid fogning (Sundberg, 2013).

Detaljer som också anges som utmanande avseende vatteninträngning är:

- Vertikala skarvar mellan element
  Risk för att regn letar sig vidare in i konstruktionen.
- Anslutning mellan yttervägg och mellanbjälklag
  Risk för att vatten leds in i väggen via mellanbjälklag.
- Anslutning mot balkongdörr
  Risk finns för vatteninträngning i öppningen under produktionstid.

Uppfattningen om hur vanligt problem med vatteninträngning är beskrivs i examensarbetet *Energieffektiva flerbostadshus av prefabricerad betong* som beroende av vädret i de projekt som medverkande i studien. Har vädret varit bra under stomresningen har risken för vatteninträngning varit låg och för de som upplevt nederbörd och/eller kallt väder så upplevs risken vara stor.

Rapporten (Sundberg, 2013) påpekar att detaljer bör redovisas tydligare i bygghandlingarna, detta för att undvika otydlighet och utförandefel. Vid projektering av ytterväggstyper är det viktigt att se till alla olika typer av fukttransport som kan påverka och uppstå för en konstruktion. En fuktsäkerhetsprojektering rekommenderas att genomföras, och att materialen som används skyddas mot fukt under uppförandeskedet tillsammans med besiktningar och genomförda mätningar, för att säkerställa att mängden fukttransporter begränsas (Åkerhielm & Andersson, 2012).

4.3 Upprepade avvikelser och byggfel

Inom byggindustrin hör man ibland talas om upprepade avvikelser vilka kan vara relaterade till felaktig projektering, felaktiga materialval eller systemval, felaktiga metodbeskrivningar, bristande upphandlingar eller felaktigt utförande. Detta kan i sin tur leda till dåligt rykte och omfattande kostnader. Rapporten *Ständiga förbättringar- riskminimering genom befintlig försäkringsdata* (Odén & Täljsten, 2018) skriver att en problematik är att ”vi inte verkar förmå att ta till oss de erfarenheter och kunskaper som otvivelaktigt finns att tillgå”. Detta även fast det ofta finns en hög kompetens samt system för kvalitetssäkring och riskhantering.

I rapporten skrivs vidare att orsaken till att det blir fel oftast beror på människors felaktiga agerande. Den näst vanligast orsaken benämns som brister i kunskap. På tredje plats anges brister i information.

Oftast har det visat sig att många fel uppstår i starten hos beställare, projektörer, materialleverantörer och utförare. Dessa felen kanske inte upptäcks eller uppmärksammas förrän senare i processen då bygget är igång och det kan då bli komplicerat och medföra höga kostnader att åtgärda.

(Odén & Täljsten, 2018) skriver vidare att man idag kan se en viss motvilja mot att skriva avvikelserapporter och att det förekommer att fel löses inom projektet, utan att problemet lyfts och erfarenheterna förs vidare. Därmed blir det ett fokus på att lösa problemen istället för att jobba på ett förebyggande sätt. För att kunna få erfarenhet är det av vikt att samla in information om fel och avvikelser.

I statistik från entreprenadbolagen och Gar-Bo är inläckage genom ytterväggen en vanlig skadeorsak. Rapporten *Ständiga förbättringar- riskminimering genom befintlig försäkringsdata* (Odén & Täljsten, 2018) skriver dock inte vilka typer av ytterväggar detta gäller, men det finns en tydlighet i att läckage genom ytterväggen är en frekvent felorsak. Orsaker till skador är exempelvis dörrar mot balkonger och terrasser. Felutförda plåtarbeten är också återkommande i både villor och större byggnader. Det finns också exempel på när projekteringen varit bristfällig och fönster har placerats på fel djup i väggen.

5. ENKÄTUNDERSÖKNING

För att få en tydligare bild av förekomsten av fukt i betongsandwichelement har utöver litteraturstudien även en enkätundersökning genomförts. Enkätundersökningen har möjliggjort att fånga upp erfarenheter och kunskap som finns inom branschen. Undersökningen gjordes för att studera hur ofta fuktproblem uppkommer i prefabricerade betongsandwichelement samt för att se vilka konsekvenser som fukt i prefabricerade betongsandwichelement kan ge och vad de kan bero på. Men även för att studera konsekvenserna det kan medföra och vilka områden som behöver ses över för att kunna minska risken för fuktproblem i dessa konstruktioner.

Enkäten sändes ut via en länk till ett webb-formulär. Enkäten bestod av sammanlagt tolv frågor. För en del frågor skulle svarstexten utgöras av fri text och för andra frågor fanns olika svarsalternativ att välja mellan. För några av frågorna fanns flersvarsalternativ med möjlighet för fritext. För enkäten fanns en valfrihet att svara anonymt eller med namn.

De första frågorna behandlade enkätsvararen, nästkommande tre frågor behandlade frekvensen av problem/skador i betongsandwichelement. Fråga sex till tio berörde själva problemen. Därefter frågades det om förbättringar och till sist lämnades en fråga öppen för fri text om det fanns något ytterligare man ville dela med sig av som inte enkäten berörde.

5.1 Enkätfrågor

Enkätundersökningen bestod av tolv frågor vilka presenteras nedan. Frågor med de olika svarsalternativen presenteras i Bilaga 1, här presenteras endast själva frågan.

1. Vad är dina huvudsakliga arbetsuppgifter (Flervalsfråga med möjlighet till eget svar)
2. Hur lång erfarenhet har du i din roll? (Flervalsfråga)
3. Har du själv stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement? (Flervalsfråga med möjlighet till eget svar)
4. Baserat på dina egna erfarenheter hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement skulle du uppskatta drabbas av fuktrelaterade problem i någon omfattning? (Flervalsfråga)
5. Om du stött på fuktproblem i byggnader av prefabricerade betongsandwichelement, anser du baserat på dina erfarenheter att utvecklingen de senaste 10 åren varit? (Flervalsfråga)
6. I vilket skede är det enligt din uppfattning vanligast att man upptäcker fuktproblem i prefabricerade betongsandwichkonstruktioner (Flervalsfråga med möjlighet till eget svar)
7. Vad anser du är den/ de vanligaste rotorsakerna till fuktproblem i betongsandwichelement (Flervalsfråga med möjlighet till eget svar)
8. Var kommer fukt in i konstruktionen för de fuktproblem du stött på? (Fritext)
9. Var i sandwichkonstruktionen upptäcks de fuktproblem du stött på? (Fritext)
10. Kan du exemplifiera med någon/några betydande konsekvenser som fuktproblem i betongsandwichkonstruktioner kan ge? Ekonomiska och/eller byggnadsmässiga konsekvenser. (Fritext)
11. Om du ser fuktproblem i prefabricerade sandwichkonstruktioner som ett förekommande problem, inom vilket område anser du att förbättringar behöver göras? (Flera svar är möjliga, hoppa över frågan om du inte ser några problem) (Flervalsfråga med möjlighet till eget svar)
12. Övrig text, här kan du skriva om du har något ytterligare att dela med dig av inom ämnet.

5.2 Enkätsvar

Enkäten skickades ut till ca 200 personer och 66 svar erhölls. Enkäten skickades ut till byggdoktorer via forumet för byggdoktorer. Enkäten skickades även ut till fuktsakkunniga via forumet *Fuktsakkunniga i Sverige*. Utöver dessa skickades formuläret även direkt till betongprefableverantörer. Utskick till prefableverantörer blev till antalet färre än till skadeutredare och fuktsakkunniga då det var svårare att hitta lämpliga mottagare för enkäten för dessa. Enkäten besvarades även av några personer inom eftermarknad, inköp och projektutvecklare. Några av dessa personer valdes ut då de ansågs ha stor erfarenhet inom dessa frågor medan andra tillhörde forumen för byggdoktorer eller fuktsakkunniga men angav sin nuvarande roll som något annat.

De fullständiga enkätsvaren redovisas i Bilaga 2. I detta avsnitt ges en sammanfattande bild av de inkomna svaren.

För fråga tre till fem har svaren på frågorna delats upp mellan:

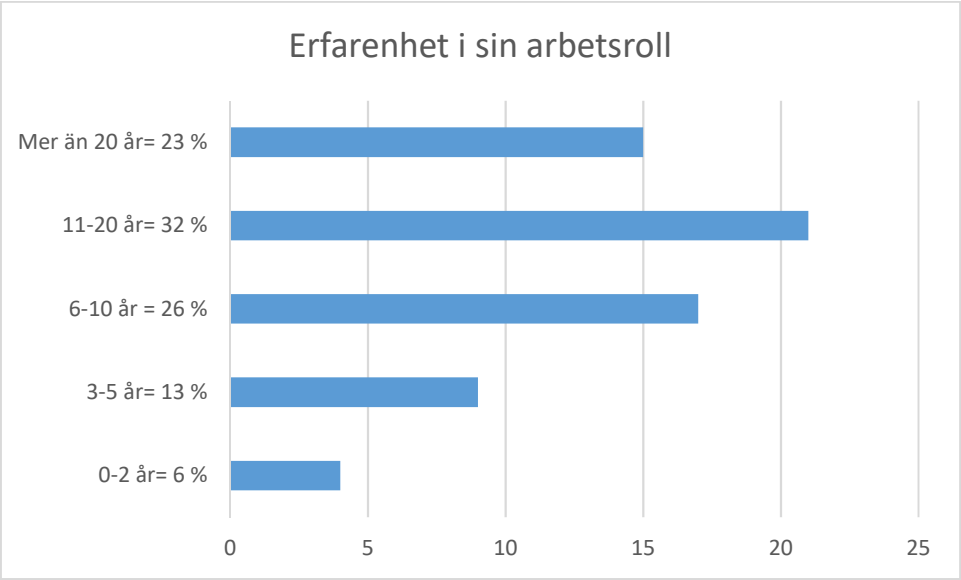
- Prefableverantörer (prefableverantörer, prefab inköp, prefabspecialist)
- Skadeutredare, fuktsakkunniga, övriga (projektutvecklare, chef, eftermarknad, byggingenjör)

Detta då det finns en möjlighet att den grupp som benämns prefableverantörer har störst insikt i sin egen verksamhet och att de övriga svarande anger svar som är för betongsandwichelement i allmänhet. För att inte få en missvisande bild av svaren för dessa frågor har därmed svaren valts att delas i två grupper för dessa frågor, svaren har då delats upp i prefableverantörers svar och svar från övriga. För resterande frågor har det ansetts att svaren inte behöver särskiljas. Arbetsrollsfördelningen för de svarande på enkäten redovisas i Tabell 1.

Tabell 1: Tabell över fördelningen av svarande på enkätundersökning

Arbetsroll	Antal svar
Skadeutredare	20
Skadeutredare/ fuktsakkunnig	22
Fuktsakkunnig	10
Projektutvecklare, chef, eftermarknad, byggingenjör	4
Prefableverantör	8
Prefab inköp	1
Prefabspecialist	1

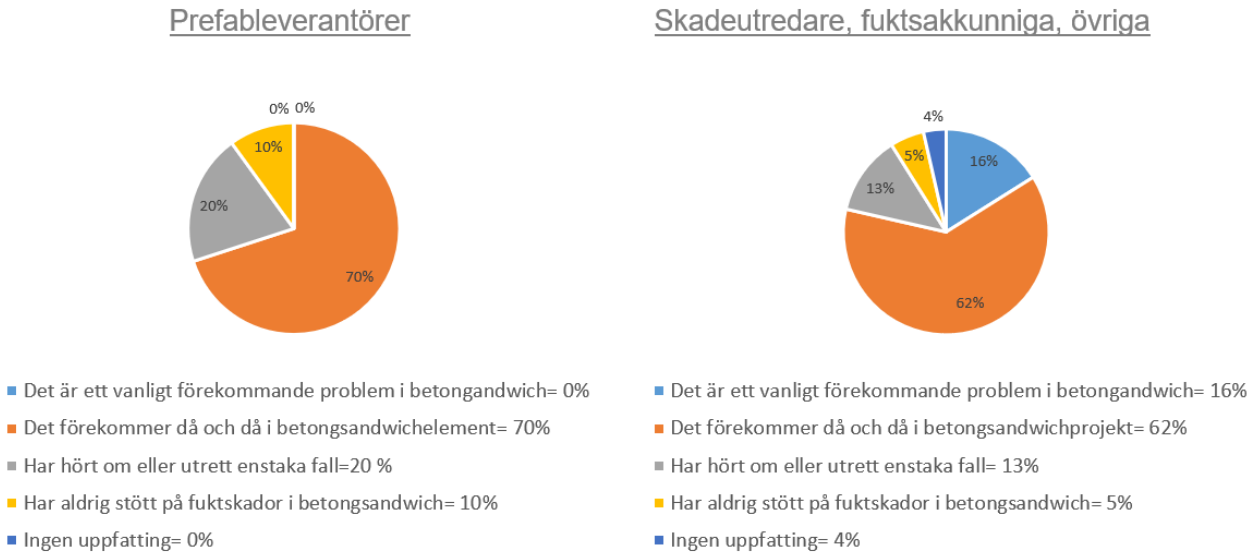
2. Erfarenhet i sin arbetsroll



Figur 1: Fördelning av arbetsrollserfarenhet av svarande på enkätundersökning

Arbetsrollserfarenheten av de svarande på enkäten var relativt hög, se Figur 1. Majoriteten av de svarande har arbetat i sin nuvarande roll i 11-20 år. Sammantaget kan man även se att i det stora hela har flertalet varit verksamma en lång period i sin arbetsroll.

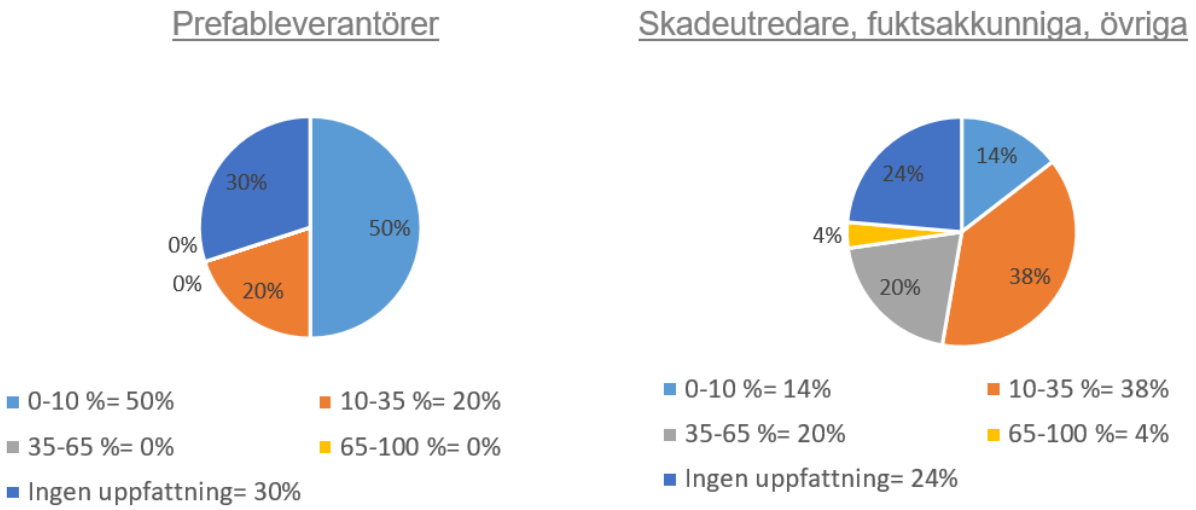
3. Har du själv stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement?



Figur 2: Prefableverantörers respektive övrigas svar på om man stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement.

Majoriteten av de svarande anger att fuktproblem förekommer då och då i betongsandwichprojekt. Det är en relativt liten andel som anger att de aldrig stött på fuktproblem i betongsandwich. För gruppen med fuktsakkunniga, byggdoktorer och övriga svarade 16 % att det är ett vanligt förekommande problem medan inga av prefableverantörerna upplevde problemet som sådant. Svaren på denna fråga ger ingen klar bild över hur stort problemet är, dock kan det konstateras att det förekommer fuktproblem i betongsandwichprojekt.

4. Baserat på dina egna erfarenheter hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement skulle du uppskatta drabbas av fuktrelaterade problem i någon omfattning?



Figur 3: Prefableverantörers respektive övrigas erfarenheter av hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement som uppskattningsvis drabbas av fuktrelaterade problem.

Uppfattningen om andelen projekt som drabbas av fuktproblem för prefableverantörer och den övriga svarsgruppen skiljer sig från varandra. Huvudparten av prefableverantörerna angav att 0-10% drabbas av fuktrelaterade problem och en stor andel uppgav att de inte kände sig ha någon uppfattning om frekvensen. Flertalet av de andra svarande uppgav att mellan 10-35 % av betongsandwichprojekten drabbas av fuktrelaterade problem.

5. Om du stött på fuktproblem i byggnader av prefabricerade betongsandwichelement, hur anser du baserat på dina erfarenheter att utvecklingen de senaste 10 åren varit?

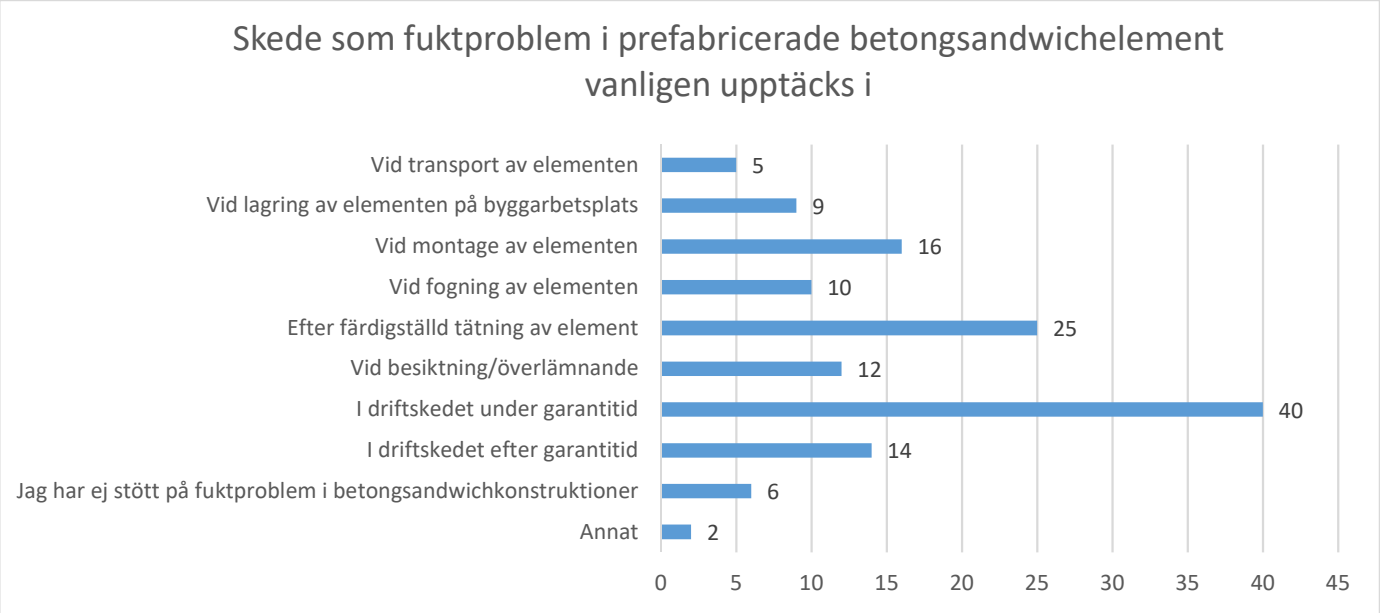
Figur 4: Prefableverantörers respektive övrigas svar på hur utvecklingen de senaste 10 åren varit gällande fuktproblem i betongsandwichelement.

För hur utvecklingen sett ut de senaste 10 åren sorterades de svarande som angett mindre än 10 år i sin roll bort. För denna fråga svarade majoriteten att de ansåg att de inte hade någon uppfattning om utvecklingen de senaste tio åren.

De av prefableverantörerna som hade en uppfattning svarade att det är ungefär lika vanligt. Den övriga gruppen hade 29 % svarat att det blivit vanligare medan 26 % svarat att det ungefär är lika vanligt, medan 13 % hade angett att det blivit mindre vanligt.

Svaren på denna fråga gav ingen entydig bild. Men i det stora hela tycks de svarande inte uppleva att det skett några större förändringar under de senaste tio åren.

6. I vilket skede är det enligt din uppfattning vanligast att man upptäcker fuktproblem i prefabricerade betongsandwichkonstruktioner



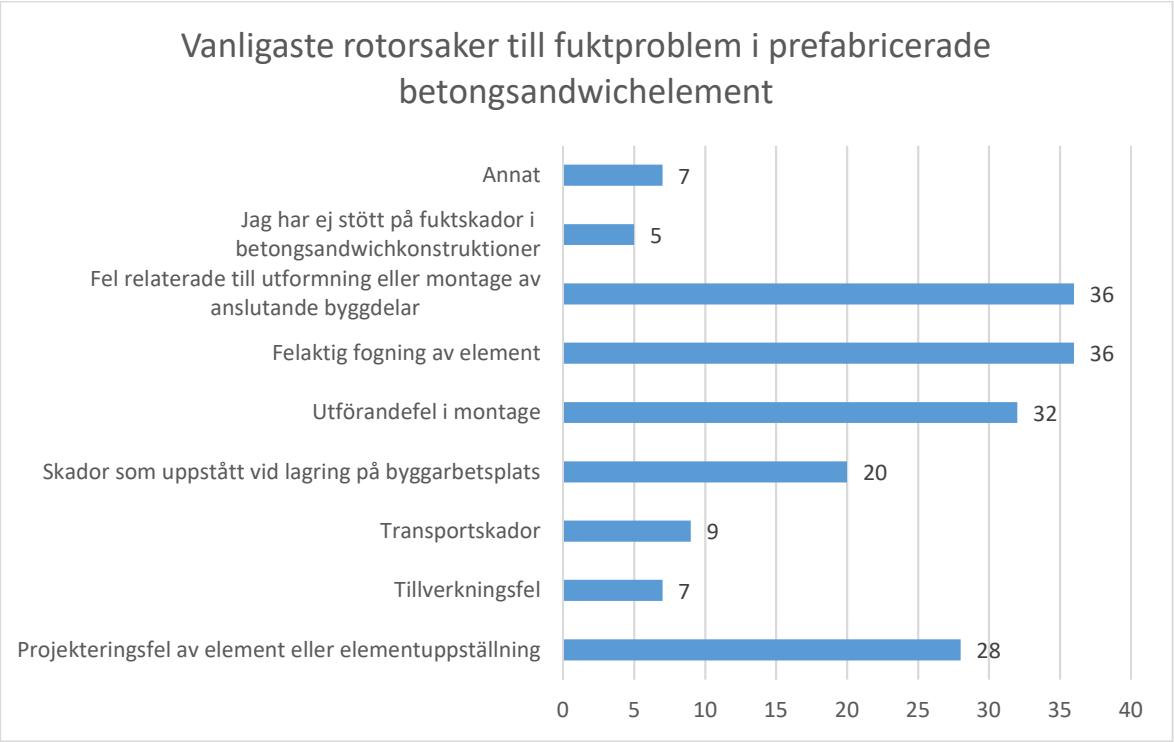
Figur 5: Skeden då fuktproblem upptäcks för prefabricerade betongsandwichelement

Ser man till de enskilda posterna är det enligt enkätsvaren vanligast att problem upptäcks i driftskedet under garantitiden. Därefter är det relativt vanligt att upptäcka dem efter färdigställd tätning av element, vid montage av elementen och i driftskedet efter garantitiden. Något mindre vanligt är att upptäcka dem vid besiktning/överlämnande, vid fogning av elementen och vid lagring på byggarbetsplatsen. Mer sällsynt är att upptäcka dem vid transport av elementen.

Lägger man ihop posterna för produktionsfasen ser man dock att de tillsammans tyder på att det är vanligare att upptäcka fuktproblemen under produktionsfasen än i driftskedet.

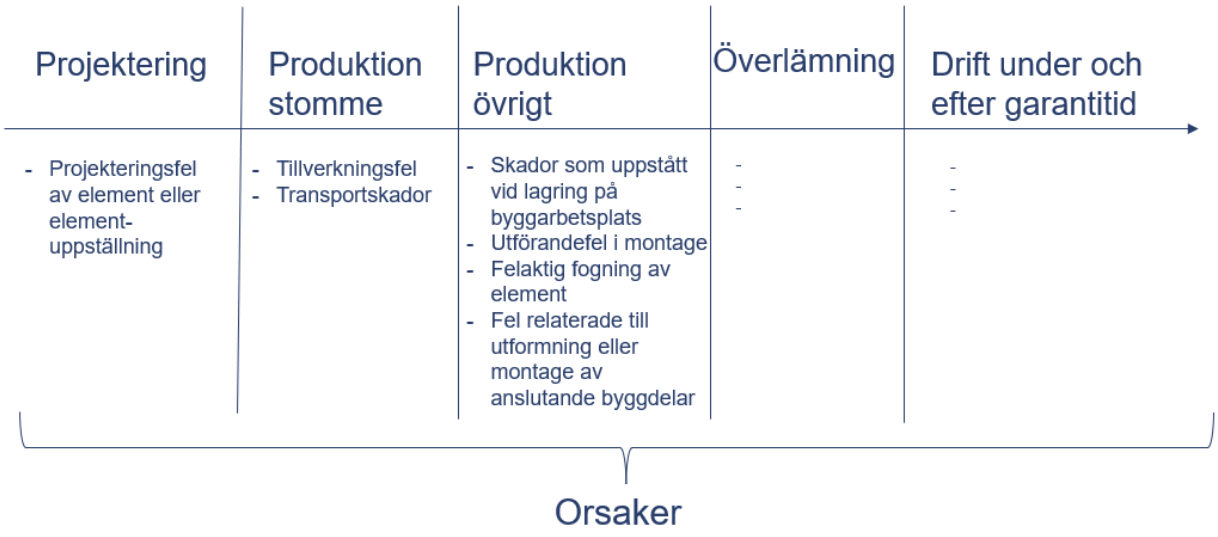
För denna fråga fanns det möjlighet att fylla i flera svarsalternativ.

7. Vad anser du är den/ de vanligaste rotorsakerna till fuktproblem i betongsandwichelement



Figur 6: Vanligaste rotorsakerna för fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement

De vanligaste rotorsakerna är enligt enkätundersökningen *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar* tillsammans med *felaktig fogning av element*. Även *utförandefel i montage* och *projekteringsfel av element eller elementuppställning* anses vara vanliga orsaker till fuktproblematiken. Inte heller sällan förekommer *skador som uppstått på byggarbetsplats*. *Transportskador* och *tillverkningsfel* är mindre vanliga orsaker enligt enkäten.



Figur 7: Illustration över i vilka skeden orsakerna till fuktproblem uppstår.

8. Var kommer fukt in i konstruktionen för de fuktproblem du stött på?
Det var speciellt två punkter som visade sig uppfattas som vanligt för fukt att komma in i betongsandwichelement; i elementskarvar inklusive vid fogar, samt vid fönster.

Figur 8: Inläckage från bristfälliga fogar mellan balkongplattor. Vatten läcker ut från isoleringen i sandwichelement. Foto Karl Malmqvist.

Utöver dessa område var punkter som många angett som inläckagevägar för fukt också anslutningar, bland annat bjälklagsanslutningar. Även förekomsten av byggfukt på grund av ej intäckta våningsplan, ej intäckta öppningar under transport och oskyddade elementändar var återkommande punkter där fukt kan ta sig in enligt enkäten. Bland svaren från enkäten fanns även fler inläckagevägar för fukten, dessa angivna i detta kapitel var dock de som var mest återkommande, för att se alla svar hänvisas till Bilaga 2.

9. Var i sandwichkonstruktionen upptäcks de fuktproblem du stött på?

Har fukt tagit sig in är det inne hos de boende som enligt enkätundersökningen är den mest vanliga punkten att upptäcka fuktproblem. Det kan handla om att vatten kommer in i tak/bjälklagsvinklar, i väggvinklar, i golvvinklar och att färg släpper på insida vägg. Om vatten tar sig in i golvvinklar visar det sig ofta genom att golv och socklar får missfärgningar eller skadas.

Figur 9: Vattenskador vid golvvinkel, sockel och golv har skadats. Foto André Hansson

Även fönsterkonstruktioner är en punkt där fuktproblem ofta visar sig. Elementskarvar, fogar och i isoleringsskiktet är också punkter som flera av de svarande har angett som punkter där fuktproblem upptäcks. För att se alla svar, inklusive de som inte är lika återkommande hänvisas till Bilaga 2.

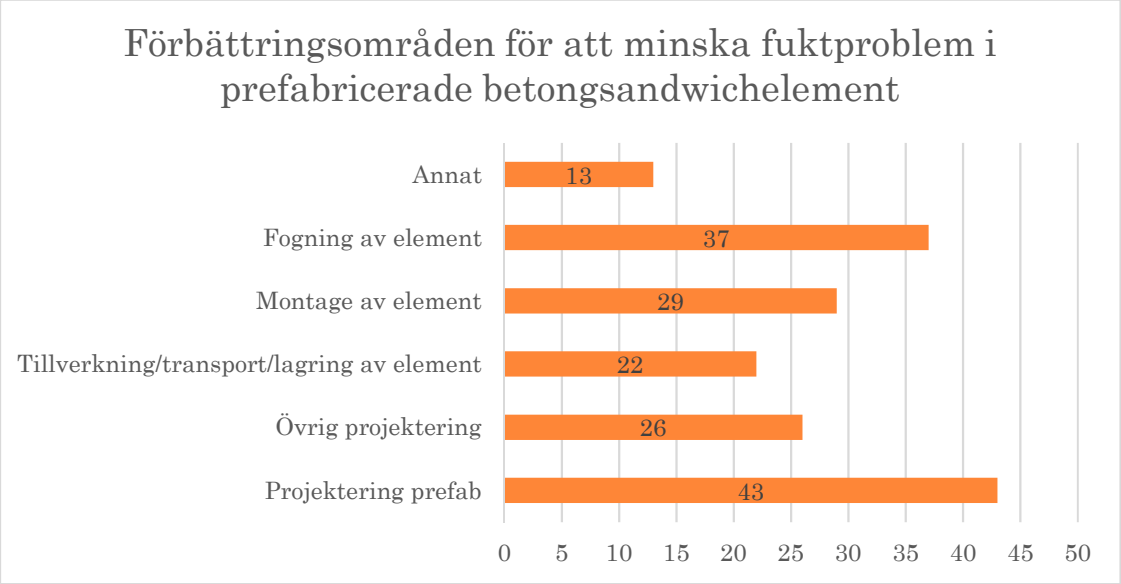
Figur 10: Vattenskador runt fönster. Foto André Hansson

10. **Kan du exemplifiera med någon/några betydande konsekvenser som fuktproblem i betongsandwichkonstruktioner kan ge? Ekonomiska och/eller byggnadsmässiga konsekvenser.**

Enligt enkätsvaren är återkommande konsekvenser av fuktproblem på invändiga material och ytskikt, vilket kan leda till att exempelvis ommålning behöver göras vid färgsläpp. Fuktproblem för betongsandwichelement kan leda till höga och ökade kostnader. Enkätsvaren pekar även på att fuktproblem kan bidra till olägenheter hos de boende, exempelvis luktproblem. Olägenheterna för de boende skapar inte sällan irritation och krav på ersättning, enligt enkäten. Detta kan i sin tur leda vidare till badwill för företaget. För alla enkätsvar hänvisas till Bilaga 2.

11. Om du ser fuktproblem i prefabricerade sandwichkonstruktioner som ett förekommande problem, inom vilket område anser du att förbättringar behöver göras?

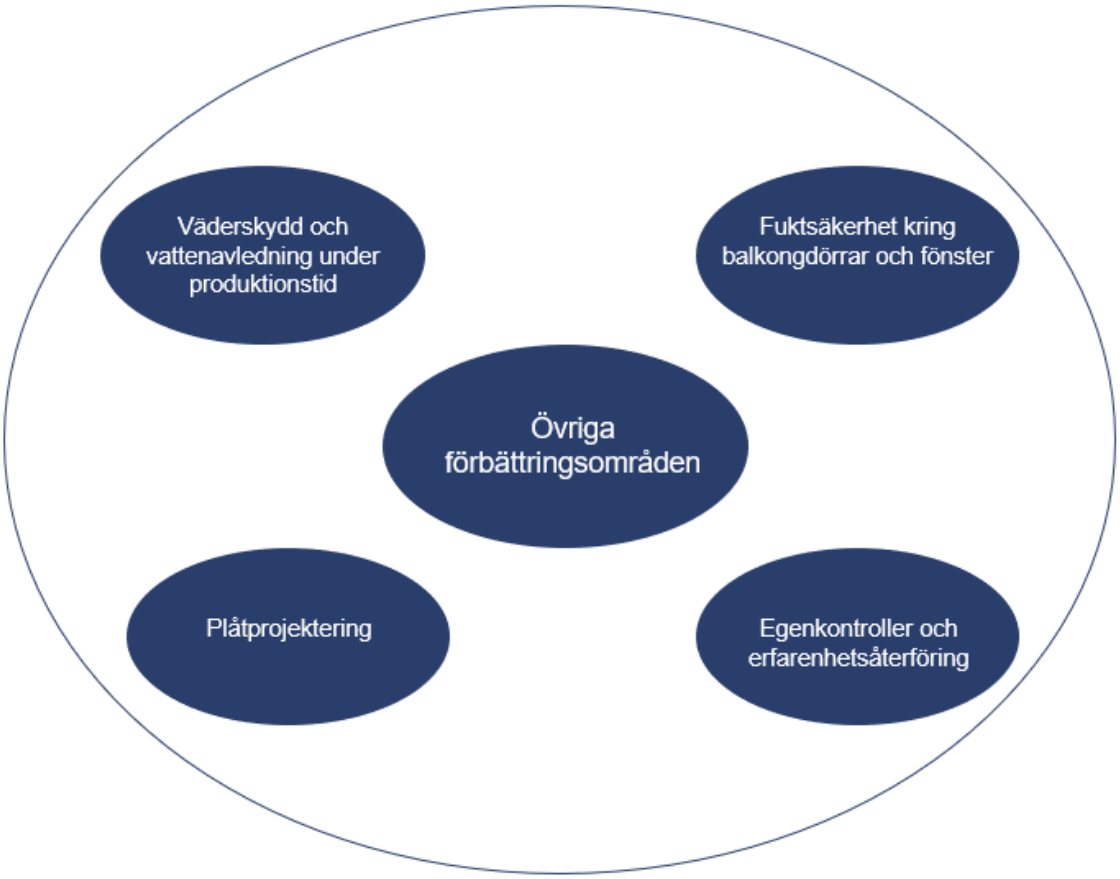
Enkätsvaren pekade på att det finns många områden som skulle kunna förbättras för att minska risken för fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement. Projektering av prefab är det enskilda område som fick flest antal svar på enkäten, därefter fogning av element. Gällande montage av element, tillverkning/transport/lagring av element och övrig projektering var även detta områden som många av de svarande ansåg var områden som skulle kunna förbättras för att minska förekomsten av fuktproblem.



Figur 11: Förbättringsområden för att minska fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement.

Andra områden som skulle kunna arbetas mer med är väderskydd och vattenavledning under produktionstiden så att vatten ej läcker in i element under produktion. Elementen kan buffra vatten och släppa ut det långt senare och då kan det vara svårt att veta om vattnet kommer från byggfukt eller om det är vatten som kommit in senare. Det har även framkommit att fuktsäkerhet kring balkongdörrar och fönster, anslutning av detaljer och plåtprojektering är områden som kan tänkas behöva ses över.

För att kunna genomföra förbättringar inom dessa områden har enkäten också pekat på att det vore lämpligt att utföra fler egenkontroller och en skapa bättre erfarenhetsåterföring.



Figur 12: Övriga förbättringar som enligt enkäten kan göras för att minska risk för fuktproblem.

12. Övrig text

För sista frågan fanns möjlighet att dela med sig av något som övrigt man ansåg att man ville förmedla men som inte fanns utrymme för i de andra frågorna.

Enligt enkätundersökningen upplevdes anslutningar, genomföringar (fönster, dörrar) och fogar behöver göras robustare och vattenutlednings-funktioner behöver säkerställas. Svarande har angett att det bör beaktas att fogen inte kan bära allt ansvar.

> *”Allt kan inte hänga på fogen är något som bör beaktas”*

> *”Steg ett är att försöka få till en sekundär tätning i elementskarvarna och runt anslutningar och genomföringar. Mjukfog och bottningslist blir annars en enstegs-tätad lösning. Fukt som kommer in i fogen ska inte komma vidare in i konstruktionen. Viktigt att anlita fuktsakkunnig i samband med prefab-projekteringen”*

Enkätundersökningen tyder på att det finns ett problem i elementfogarna. Sekundärtätning i elementskarvarna samt runt anslutningar och genomföringar skulle vara ett steg i rätt riktning. Att anlita en fuktsakkunnig i samband med projekteringen anses också vara till stor hjälp.

> *”Att lösa elementfogarna så att beständigheten blir bättre och inte lika väderkänslig vid utförandet som idag.”*

> *”Man behöver göra anslutningar, genomföringar (fönster dörrar) och fogar robustare "tvåstegstätning kan vara svårt att få till ibland ". Vattenutlednings-funktioner”*

Enligt enkäten finns det enskilda åsikter om att den kunskapsnivå som finns idag är bristfällig. Det finns också tankar om att de erfarenheter som drogs under miljonprogrammets dagar har glömts bort.

> *”Kunskapsnivån är generellt för låg i projekteringsleden och ritningsläsningskunskapen är generellt för låg i montageleden (sen är ju elementen väldigt tunga och svåra att justera med hög precision). ”*

> *”De erfarenheter som drogs under miljonprogrammets dagar har glömts bort och få prefableverantörer vill idag kännas vid rekommendationer från handboken "bygga med prefab". Följdes rekommendationerna i den skulle många problem kunna undvikas.”*

> *”Det finns lösningar på hur man ska och hur man inte ska göra. Ändå så envisas entreprenörer och leverantörer med att strunta i dessa riktlinjer”*

> *”Bygg med betongprefabboken med bra lösningar har successivt tagits bort ur branschen för att det var för dyra lösningar. I och med detta har problemen ökat. Dvs ställ krav på utförande enligt gamla riktlinjer”*

6. WORKSHOP

För att verifiera och komplettera de inkomna enkätsvaren samt att ta del av erfarenheter och kunskap från kunniga personer ordnades en workshop den 12 juni. På denna workshop fanns representanter från olika branscher. Deltagarna utgjordes av:

- Fuktsakkunniga
- Byggdoktorer
- Skadeutredare
- Prefableverantörer
- Fogspecialister
- Entreprenörer

Den blandning av personer med olika kompetenser som deltog i workshoppen sågs som en stor tillgång och möjlighet för denna studie.

6.1 Genomförande workshop

Workshoppen började med en genomgång av projektet. Här presenterades även kortfattat Boverkets rapport ”Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn”. Under workshoppen presenterades flertalet av de svar som inkommit vid enkätundersökningen, fråga 1-5 samt fråga 7-11. Alla frågor med svar fanns inte möjlighet att gå igenom vid detta tillfälle på grund av tidsbrist. De frågor och svar som presenterades valdes ut utifrån att de kändes som de mest lämpade och intressanta att diskutera vid detta forum. Vid presentation av svaren till enkätfrågorna förekom många intressanta diskussioner som sammanfattas i detta kapitel.

Efter presentation av enkätundersökningen genomfördes diskussionsövningar, där vissa frågeställningar behandlades mer djupgående. De diskussionsövningar som behandlades presenteras nedan:

1. Var kommer fukt in i betongsandwichelementen? Vad är felet?
2. Vilka rotorsaker har fuktproblemen?
3. Vilka lämpliga åtgärder skulle kunna genomföras för de olika områdena:
    - Projektering av prefab
    - Fogning av element
    - Montage av element
    - Övrig projektering
    - Tillverkning, transport, lagring av element

Fråga 1
För fråga ett genomfördes diskussionerna bordsvis. Deltagarna fick ut ett dokument med de fem topp-inläckageområdena enligt enkätundersökningen. Runt borden diskuterades sedan:

- Om man känner igen läckagevägarna och om man håller med om de topp fem inläckagevägarna?
- Om man har kompletteringar eller förtydliganden om läckagevägarna?

Efter gruppdiskussionerna redovisade varje grupp bordsvis vad de diskuterat och kommit fram till.

Fråga 2
För fråga två hade de fem topp-läckagevägarna och fem topp- rotorsakerna från enkätundersökningen monterats upp på väggen. Inläckagevägarna kompletterades enligt diskussioner från första frågan då inläckagevägarna diskuterades. Deltagarna fick bordsvis diskutera och bestämma hur de skulle para ihop inläckagevägarna med rotorsakerna.

Fråga 3
För frågan gällande vilka lämpliga åtgärder som skulle kunna genomföras fick man själv möjlighet att välja den grupp som man ville fördjupa sig inom och diskutera kring. De ämnen som valdes var:

- Projektering av prefab
- Fogning av element
- Montage av element
- Övrig projektering

Två grupper valde att diskutera ”Övrig projektering” medan ingen grupp valde ”Tillverkning, transport, lagring av element”.

För diskussionerna kring dessa områden fick varje grupp en tabell att fylla i gällande åtgärden, uppskattad kostnad (hög, mellan, låg), vem som gör åtgärden, vilken nytta åtgärden skulle medföra samt hur man skulle kunna implementera den.

6.2 Resultat workshop

Workshoppen med gruppdiskussionerna sammanfattas nedan för respektive frågeställning. Notera att detta är en sammanställning över workshopdeltagarnas åsikter.

6.2.1 Gruppdiskussion 1. Var kommer fukt in i betongsandwichelement? Vad är felet?

De resultat som presenterades från enkätundersökningen stämde överens med deltagarnas åsikter om vart fukt vanligen kommer in i betongsandwichelement. Det framfördes huruvida en del tilläggande kommentarer gällande vissa av inpassagevägarna för fukt.

- Fönster
  - Fönstren monteras för långt ut i väggen/ytterskivan.
  - Fel vid mottrycksmontage
  - Höga hus, över 5 våningar på västkusten medför att vid regn trycks nederbörden in
  - Fönstermontage utförs ej med tvåstegstätning
- Elementskarv inkl. fog
  - Man har stora toleranser, förbättring behöver ske gällande att hantera toleranser.
  - Bristfällig kommunikation mellan prefableverantörer och fogare. Man hoppas att de som fogar ”löser det”.
  - Komplexa lösningar/utförande
  - Utförs ej tvåstegstätat. Vore önskvärt att få till en inre tätning
  - För långa element, vilket medför att fogöppningarna blir för stora med hänsyn till rörelse.
  - Utsida bottningslist och mjukfog, och inläckage av vatten har vattnet svårt att ta sig ut
  - Viktigt att montera drevremsor på rätt ställe. Det förekommer att drevremsan ibland fattas på vissa ställen och kapillärkrafter kan då dra in vatten.
  - De detaljer som blivit uppritade och projekterade når ibland inte ut till de som skall montera och de lämnas då att göra lösningar som ”löses på plats”
  - Platsbrist i fog är ett problem, man behöver få med sig redan i projekteringen att ta hänsyn till tillräckligt utrymme och utreda vad som behöver monteras och göras för att få ett tätt montage.

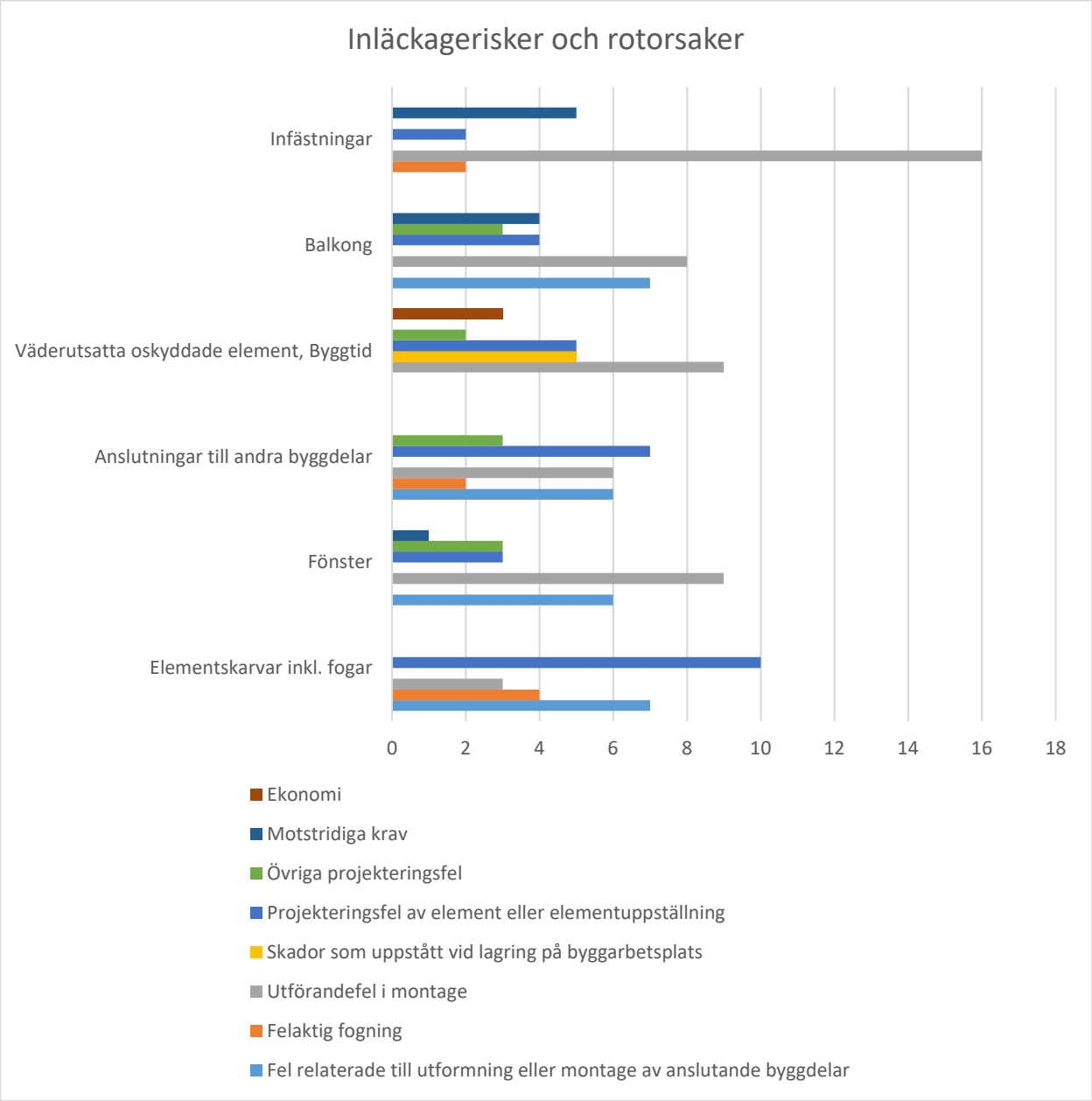
- Anslutningar
    - Utförs ej tvåstegstätat
    - Anslutningar från prefab till övriga komponenter
- Produktion
    - Nederbörd under produktionstid är ett problem som förekommer, mineralull som blir blöt. Material/element kan buffra vatten som sedan ett tag senare läcker ut och visar sig. Kan då vara besvärligt att hitta vart vattnet kommer ifrån och orsaken till vattenutrinningen
    - Undertryck gör att det sugs in vatten
- Balkonger
    - Tillgänglighet och fuktsäkerhet med motstridiga krav gör att det blir besvärligt
    - Utförandefel
- Infästningar
    - Många gånger är infästningarna inte projekterade. Infästningar görs ibland i driftskedet och det finns då inte projekterat hur man skall göra. Det riskerar då att bli lösningar som inte är genomtänkta och riskfyllda. Infästningar kan handla om till exempel armaturer, markiser mm.
    - Bristfälliga fogar alternativt inga fogar görs. Det förekommer att ett hål borras och sedan lämnas utan att fogas. Det händer även att hålet borras med lutningen åt fel håll så att eventuellt vatten som kommer in i konstruktionen får svårare att ta sig ut.
- Övrigt
    - Historiskt har det skett vissa förändringar. Idag används isolering som inte användes förr, man ytbehandlar idag fasader så att vattnet rinner utmed fasaden i större utsträckning än tidigare och använder raka element. Detta påverkar inläckaget av vatten i betongsandwichelement, både risken för inläckage och konsekvensen av det.
    - Utformning och lösning för elementskarvar diskuterades (måsvinge+trappskarv). Dessa lösningar anses dock medföra högre kostnader och större försiktighet vid transport krävs då de lätt kan gå sönder. Med dessa anledningar används detta mer sällan då det blir bortförhandlat.
    - För att få en ännu större bredd för diskussionerna hade arkitekter kunnat bjudas in till workshoppen.
    - Gamla prefabhandboken innehåller många lösningar men problemet är att de väljs bort då de får för höga kostnader

6.2.2 Gruppdiskussion 2. Vilka rotorsaker har fuktproblemen?

Topp 5 läckagerisker från enkätundersökningen tillsammans med topp fem rotorsaker till fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement sammanlänkades vid diskussion 2 för workshoppen.

Läckageriskerna kompletterades med infästningar vilket framkom från diskussion 1 att är en inläckagerisk som borde lyftas. Deltagarna runt borden parade ihop de olika läckagevägarna med orsakerna.

Resultaten från diskussion 2:
Rotorsakerna parades ihop med inläckageriskerna.



Figur 13: Inläckagerisker och deras rotorsaker enligt deltagarna på workshoppen.

Diagrammet visar på följande:

Infästningar har till största delen orsak i *Utförandefel i montage*, enligt diskussionen. *Motstridiga krav* är en annan orsak som förekommer. *Felaktig fogning*, *projekteringsfel av element eller elementuppställning* är även orsaker som enligt diskussionen förekommer men som endast har angivits ett fåtal gånger.

Balkong som inläckagerisk har enligt gruppövningen sina största rotorsaker i *Utförandefel i montage* och *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar*. Därefter har *Projekteringsfel av element eller elementuppställning, Motstridiga krav* och *Övriga projekteringsfel* angetts som förekommande orsaker.

Vädersutsatta oskyddade element, byggtid har som största orsaker *Utförandefel i montage*, följt av *Skador som uppstått vid lagring på byggarbetsplats*, *Projekteringsfel av element eller elementuppställning*. Även *Ekonomi* och *Övriga projekteringsfel* har angetts, dock i lägre utsträckning.

Anslutningar till andra byggdelar beror enligt diskussionen till största delen på *Projekteringsfel av element eller elementuppställning, Utförandefel i montage* och *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar*. Ett fåtal har även svarat *Övriga projekteringsfel* och *Felaktig fogning*.

Fönster som läckagerisk har sina största rotorsaker som *utförandefel i montage* och *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar*. *Projekteringsfel av element eller elementuppställning, Övriga projekteringsfel* och *Motstridiga krav är även orsaker*, dock har dessa endast fått ett fåtal röster i denna undersökning.

Elementskarvar inklusive fogar som läckagerisker beror till största delen av *Projekteringsfel av element eller elementuppställning* och *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar*. Inte lika många svar har *Felaktig fogning* och *utförandefel i montage* fått.

Tabell 2 redovisar de topp 3 inläckagevägarna för fukt som enkätundersökningen pekar på. Topp tre orsaker baseras på workshoppens resultat från diskussionsövning 2. Studerar man tabellen nedan kan man se att de orsaker som dominerar är *Projekteringsfel av element eller elementuppställning*, *Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar* samt *Utförandefel i montage*.

Tabell 2: Topp 3 inläckagevägar för fukt och dess topp 3 orsaker.

Topp 3 Vart kommer fukt in?	Topp 3 orsaker
Elementskarvar inklusive fogar	1. Projekteringsfel av element eller elementuppställning 2. Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar 3. Felaktig fogning
Fönster	1. Utförandefel i montage 2. Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar 3. Projekteringsfel av element eller elementuppställning/ Övriga projekteringsfel
Anslutningar till andra byggdelar	1. Projekteringsfel av element eller elementuppställning 2. Utförandefel i montage 3. Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar

6.2.3 Diskussion 3. Vilka lämpliga åtgärder skulle kunna genomföras för de olika områdena?

I diskussion 3 diskuterades möjliga åtgärder för att förhindra att fuktproblem uppstår. Fem ämnen presenterades:

1. Projektering prefab
2. Fogning av element
3. Montage av element
4. Övrig projektering
5. Tillverkning, transport, lagring av element

Bland dessa ämnen fick alla välja vad de ville fördjupa sig inom. Alla ämnen valdes utom *5. Tillverkning, transport och lagring av element*. Två grupper valde *4. Övrig projektering*.

I grupperna diskuterades kring lämpliga åtgärder, kostnader, vem som skall göra åtgärden, nyttan och hur man skall implementera åtgärden. En tabell delades ut där man kunde fylla i sina förslag enligt principen nedan.

Tabell 3: Tabell för diskussion gällande möjliga åtgärder för att minska risker för fuktproblem

Ämne (projektering prefab, fogning av element, montage av element, övrig projektering)				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera

Resultaten från diskussionerna gällande åtgärder för projektering prefab, fogning av element, montage av element och övrig projektering presenteras nedan i tabellform. Tabellen i detta avsnitt visar endast åtgärderna, för att se vilken kostnad den beräknas medföra i form av hög, mellan och låg, vilken nytta som den eventuella åtgärden skulle kunna ge samt hur idén kan implementeras kan ses i Bilaga 3.

Tabell 4: Föreslagna åtgärder för att minska risken för fuktproblem.

Ämne/ skede för förbättringen	Åtgärd
Projektering prefab	• Tydligare kravspecifikation från byggherre • Bygga med ökad andel i samverkan/partnering
Fogning av element	• Strama upp toleranser så att öppningen blir vad den skall vara. • (Begränsa elementstorleken. Fogöppningen skall ofta vara större än man tror, beror på elementlängden och går att räkna ut. För ett 8 meters element skall fogen vara 32mm, ofta är fogarna 16mm.) Ofta vill arkitekten ha stora element med inte synliga fogar. • Anlita fogspecialister • Använda miljöbedömningssystem
Montage av element	• Anlita rätt (utbildade) montörer • Projektera för större toleranser. (Måste finnas toleranser vid montaget. I värsta fall med en fogbredd på 16 mm och toleranser för varje element på 8 mm kan det bli ingen fog alls.) • Planera in utrymme i tidplan för korrigering/ omarbete. (Egenkontroller behöver göras i tid så att det finns utrymme för att justera eventuella problem) • Genomföra arbetsberedningar • Utbildad egenkontroll vid stommontage • Fokusera på kvalitet vid utförande och upphandling, ej tid
Övrig projektering	• Väderskydda ovankant element innefattande vattenbortledning från elementkrön (bjälklag/vägg) • Projektera in duk eller annat skydd i ök element för att få in mindre vatten • Medvetandegör avseende fuktrisker med betongsandwich • Säkerställa att genomföringen tvåstegstätas, dräneras. Kravställan från inköp behöver innehålla detta. • Tydliga gränsdragningar och ansvarsfördelning • Använd ByggaF • Involvera alla parter i projektering • Akut riskanalys, för vad som skall göras om det har läckt in vatten • Säkerställa robusta och beprövade lösningar • Säkerställa robusta lösningar- Montera plåtsmyg • Säkerställa robusta lösningar-”Mockup” • Säkerställa robusta lösningar- Säkerställ att arbetsberedningar genomförs

7. Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

Detta projekt har genom en litteraturstudie, en enkätundersökning och en workshop möjliggjort insamling av kunskap och erfarenheter gällande fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement.

7.1 Slutsatser

- **Prefabricerade betongsandwichelement är ett byggkoncept som möjliggör hög kvalitet och en snabb produktionstakt.**
- **Detta projekt har visat att det idag med dagens byggnadssätt i vissa fall förekommer fuktrelaterade problem för betongsandwichelement. Studien har dock inte kunnat ge någon entydig bild gällande dess omfattning.** Denna undersökning pekar på att skadeutredare och fuktsakkunniga upplever fuktproblematiken som något större än vad prefableverantörerna gör. Utvecklingen av fuktproblematiken de senaste tio åren ger inte projektet någon entydig bild av. Majoriteten av prefableverantörer och den övriga svarsgruppen anser att de inte har någon uppfattning om utvecklingen.
- **Projektet tyder på att då det kommer in fukt, kommer fukten oftast kommer in genom elementskarvar och fogar samt vid fönster. Ett återkommande problem upplevdes också vara anslutningar, bland annat bjälklagsanslutningar och anslutning till balkonger samt förekomsten av byggfukt.** Projektet pekar på att det är inte alltid problemen visar sig på samma ställe som där vattnet tar sig in.
- **Projektets undersökningar pekar på att vanliga konsekvenser är fuktproblem på invändiga material och ytskikt. Fuktproblem för betongsandwichelement kan leda till ökade kostnader samt olägenheter för de boende.** Det har angetts att det inte sällan kan vara svårt och komplicerat att hitta själva orsaken till problemet och även för att det kan leda till omfattande skadeutredningar och renoveringsbehov. Då det förekommer fuktproblem visar det sig oftast inne hos de boende. Det kan handla om att vatten kommer in i tak/bjälklagsvinklar, i väggvinklar, i golvvinklar och att färg släpper på insida vägg. Fuktproblem kan ge olägenheter för de boende så som exempelvis lukt. Företagen som drabbas riskerar även badwill.
- **Projektet pekar på att *fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar, felaktig fogning av element, utförandefel i montage och projekteringsfel av element eller elementuppställning* som de vanligaste orsakerna till inläckage.** Bristen på tvåstegstätning och undermåliga fogar nämns som orsaker till inläckageproblem. Brister i kunskap och kommunikation kan vara bakomliggande orsaker till att det uppstår inläckage.
- **Det finns arbetssätt och metoder för prefabricerade betongsandwichelement som historiskt visat sig fungera väl, men som av olika anledningar inte används.** För att minska riskerna för fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement skulle en bättre erfarenhetsåterföring och kunskapsspridning behövas.
- **Förbättringar för att minska fuktrisker behöver göras i flera skeden och för flera discipliner**. **De område som enkäten pekar på att främst behöver förbättras är projekteringen och vid produktionen på byggarbetsplatsen.** Förbättringsåtgärder inom projektering har i projektet angetts som tydligare kravspecifikation från byggherre, samt att säkerställa robusta lösningar. Inom produktion har förbättringsförslag angetts så som säkerställa rätt kompetens för de som skall utföra olika arbetsuppgifter.
- **Eftersom fuktproblematik förekommer i betongsandwichelement och projektet tyder på att det finns erfarenhet och kunskap hos personer i branschen föreslås ett fortsättningsprojekt inom ämnet.**

7.2 Förslag på fortsättningsprojekt

För att minska riskerna för att fuktproblem skall uppstå i prefabricerade betongsandwichelement föreslås att ett hjälpmedel till branschen tas fram, förslagsvis i form av en handbok eller guide.

- **Detta dokument skulle kunna innehålla guidade anvisningar om vad man behöver tänka på i de olika skedena från projektering till färdigt hus.**
- **Detta dokument kan innehålla funktioner hos kritiska detaljer och anslutningar.**

Litteraturförteckning

Betongelementföreningen. (u.d.). *Bygga med prefab.* Betongelementföreningen.

Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn.* Karlskrona: Boverket.

Byggindustrin. (den 04 09 2019). *kraftig ökning av prefab under senaste 20-års perioden.* Hämtat från Byggindustrin: https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/kraftig-okning-av-prefab-under-senaste-20-arsperioden-26707

Fuktcentrum. (2013). *Branschstandard ByggaF metod för fuktsäker byggprocess.* Fuktcentrum.

Odén, U., & Täljsten, B. (2018). *Ständiga förbättringar, Riskminimering genom befintlig försäkringsskada.* Stockholm: SBUF.

Sundberg, L. (2013). *Energieffektiva flerbostadshus av prefabricerad betong.* Göteborg: Luleå tekniska universitet.

Sveriges byggindustrier. (den 04 09 2019). *Bostäder.* Hämtat från Sveriges Byggindustrier: https://www.sverigesbyggindustrier.se/statistik-byggmarknad/bostader__6904

Åkerhielm, C., & Andersson, J. (2012). *Sunda energieffektiva väggkonstruktioner för morgondagens flerbostadshus.* KTH.

BILAGA 1: Enkätfrågor

Enkätfrågor

Enkätundersökningen bestod av 12 frågor vilka presenteras nedan tillsammans med de flervalsalternativ som fanns att tillgå.

1. Vad är dina huvudsakliga arbetsuppgifter (Flera svar är möjliga)
    a. Skadeutredare
    b. Konstruktör
    c. Fuktsakkunnig
    d. Platsledning
    e. Fogentreprenör
    f. Prefableverantör
    g. Annat (Fri text)

2. Hur lång erfarenhet har du i din roll?
    a. 0-2 år
    b. 3-5 år
    c. 6-10 år
    d. 11-20 år
    e. +20 år

3. Har du själv stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement?
    a. Har aldrig stött på fuktproblem i betongsandwich
    b. Har hört om eller utrett enstaka fall
    c. Det förekommer då och då i betongsandwichelement
    d. Det är ett vanligt förekommande problem i betongsandwich
    e. Ingen uppfattning
    f. Annat (Fri text)

4. Baserat på dina egna erfarenheter hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement skulle du uppskatta drabbas av fuktrelaterade problem i någon omfattning?
    a. 0-10 %
    b. 10-35 %
    c. 36-65 %
    d. 65-100 %
    e. Ingen uppfattning

5. Om du stött på fuktproblem i byggnader av prefabricerade betongsandwichelement, anser du baserat på dina erfarenheter att utvecklingen de senaste 10 åren varit:
    a. Det har blivit vanligare
    b. Det är ungefär lika vanligt
    c. Det har blivit mindre vanligt
    d. Har inte sett några skador alls av denna typ
    e. Ingen uppfattning

6. I vilket skede är det enligt din uppfattning vanligast att man upptäcker fuktproblem i prefabricerade betongsandwichkonstruktioner (Flera svar är möjliga).
   a. Vid transport av elementen
   b. Vid lagring av elementen på byggarbetsplats
   c. Vid montage av elementen
   d. Vid fogning av elementen
   e. Efter färdigställd tätning av element (fogning, plåtarbete)
   f. Vid besiktning/överlämnande
   g. I driftskedet under garantitid
   h. I driftskedet efter garantitid
   i. Jag har ej stött på fuktproblem i betongsandwichkonstruktioner
   j. Annat (Fri text)

7. Vad anser du är den/ de vanligaste rotorsakerna till fuktproblem i betongsandwichelement (Flera svar är möjliga)
   a. Projekteringsfel av element eller elementuppställning
   b. Tillverkningsfel
   c. Transportskador
   d. Skador som uppstått vid lagring på byggarbetsplats
   e. Utförandefel i montage
   f. Felaktig fogning av element
   g. Fel relaterade till utformning eller montage av anslutande byggdelar
   h. Jag har ej stött på fuktskador i betongsandwichkonstruktioner
   i. Annat (Fri text)

8. Var kommer fukt in i konstruktionen för de fuktproblem du stött på?
   Fritext

9. Var i sandwichkonstruktionen upptäcks de fuktproblem du stött på?
   Fritext

10. Kan du exemplifiera med någon/några betydande konsekvenser som fuktproblem i betongsandwichkonstruktioner kan ge? Ekonomiska och/eller byggnadsmässiga konsekvenser.
    Fritext

11. Om du ser fuktproblem i prefabricerade sandwichkonstruktioner som ett förekommande problem, inom vilket område anser du att förbättringar behöver göras? (Flera svar är möjliga, hoppa över frågan om du inte ser några problem)
    a. Projektering prefab
    b. Övrig projektering
    c. Tillverkning/transport/lagring av element
    d. Montage av element
    e. Fogning av element
    f. Annat (Fritext)

12. Övrig text, här kan du skriva om du har något ytterligare att dela med dig av inom ämnet.

BILAGA 2: Enkätsvar

Svar på enkäten

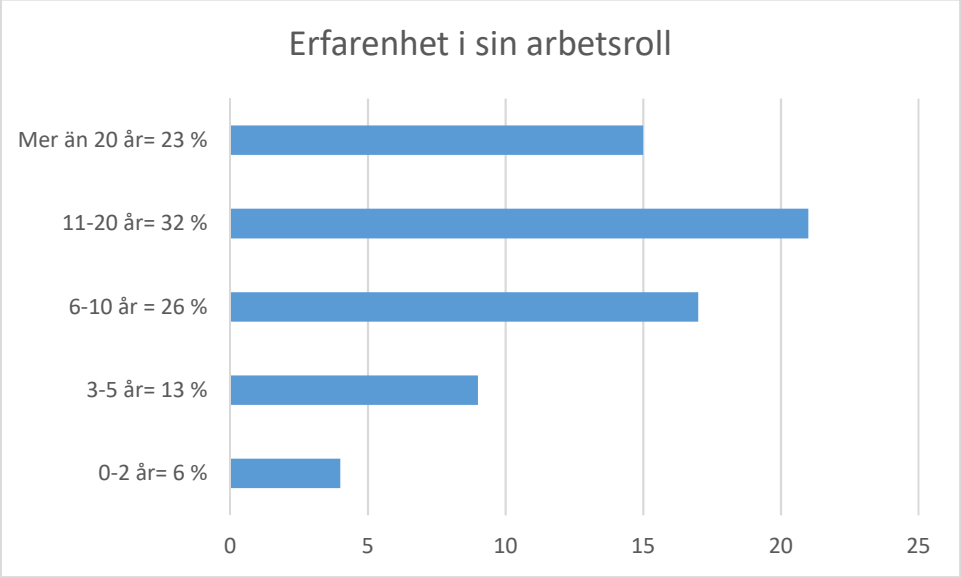
I denna bilaga redovisas en sammanställning av de svar som inkom från enkätundersökningen. För ett urval av frågorna har prefableverantörers svar valts att redovisas separat från övriga. Detta har gjorts då prefableverantörerna bedöms kunna ha en begränsad inblick i prefabtillverkningen i stort och möjligen ha en fördjupad insikt i den egna tillverkningen. Därmed välj att redovisa dessa svar separat för att undvika missvisande resultat.

1. Vad är dina huvudsakliga arbetsuppgifter?
Fördelningen över svaren presenteras i Tabell 5.

Tabell 5: Tabell över fördelningen av svarande på enkätundersökning

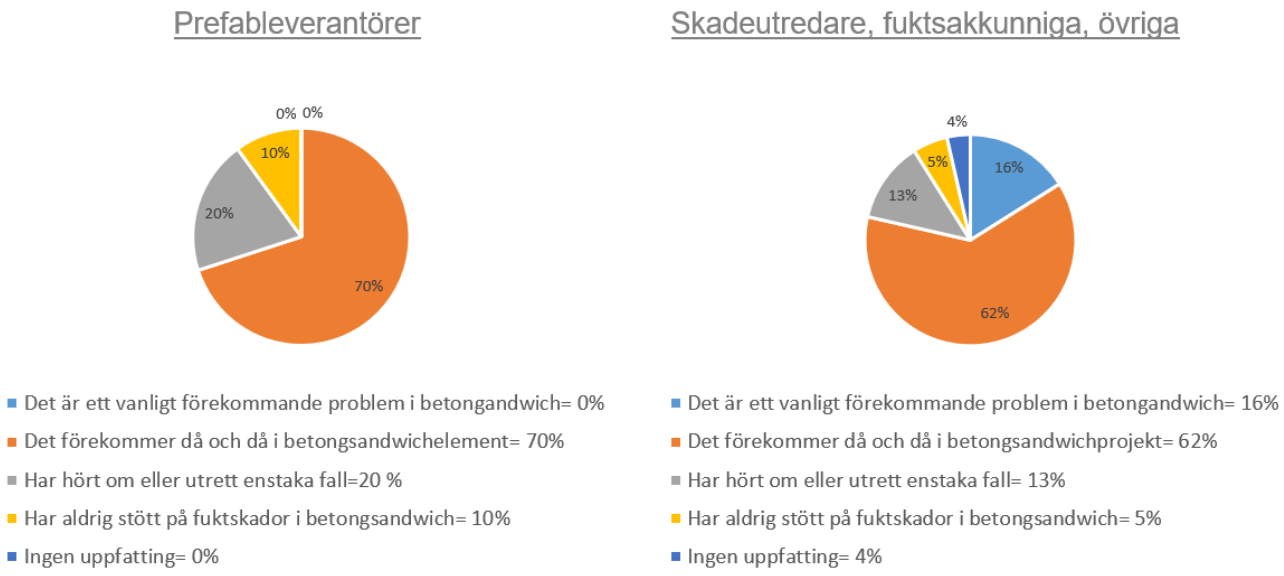
Arbetsroll	Antal svar
Skadeutredare	20
Skadeutredare/ fuktsakkunnig	22
Fuktsakkunnig	10
Projektutvecklare, chef, eftermarknad, byggingenjör	4
Prefableverantör	8
Prefab inköp	1
Prefabspecialist	1

2. Hur lång erfarenhet har du i din roll?



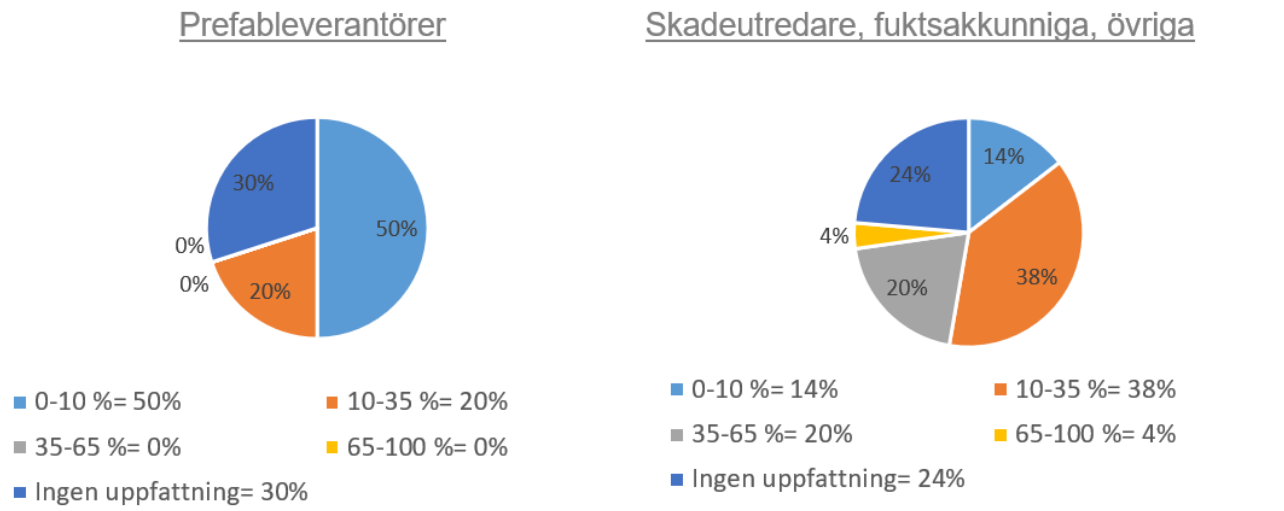
Figur 14: Fördelning av arbetsrollserfarenhet av svarande på enkätundersökning

3. Har du själv stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement?



Figur 15: Prefableverantörers och skadeutredares, fuktsakkunnigas svar på om man stött på fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement.

4. Baserat på dina egna erfarenheter hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement skulle du uppskatta drabbas av fuktrelaterade problem i någon omfattning?

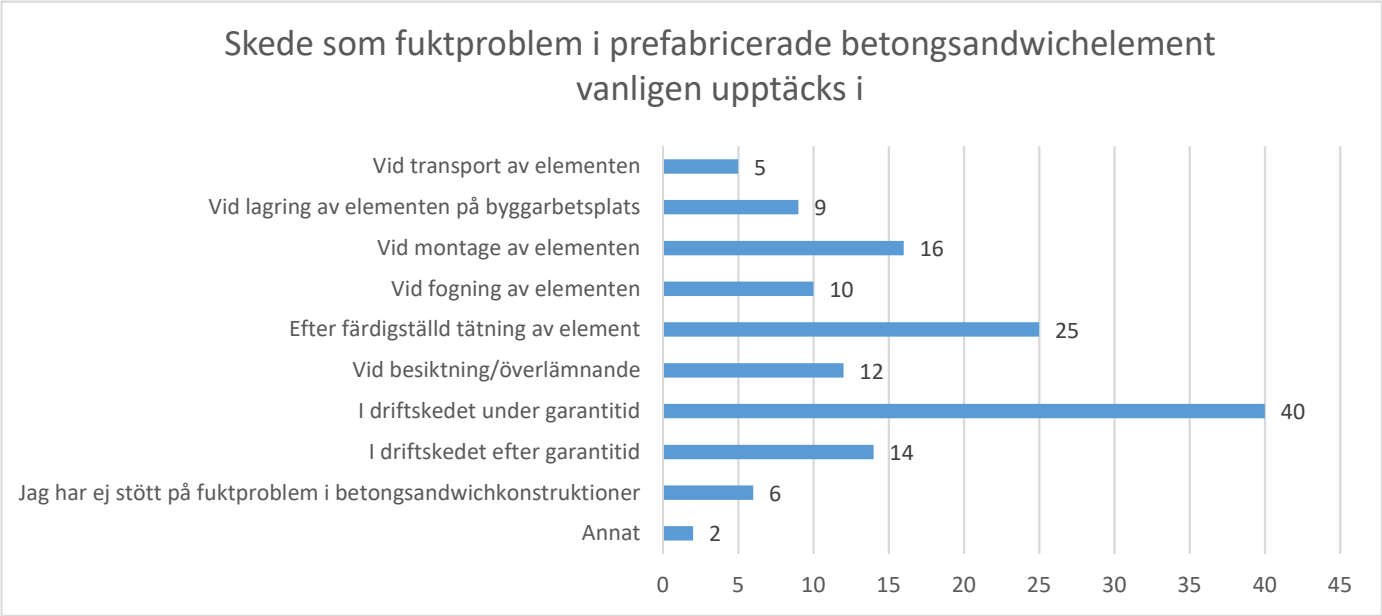


Figur 16: Prefableverantörers och skadeutredares, fuktsakkunnigas svar på hur stor andel av projekt som byggs med prefabricerade betongsandwichelement som uppskattningsvis drabbas av fuktrelaterade problem.

5. Om du stött på fuktproblem i byggnader av prefabricerade betongsandwichelement, hur anser du baserat på dina erfarenheter att utvecklingen de senaste 10 åren varit?

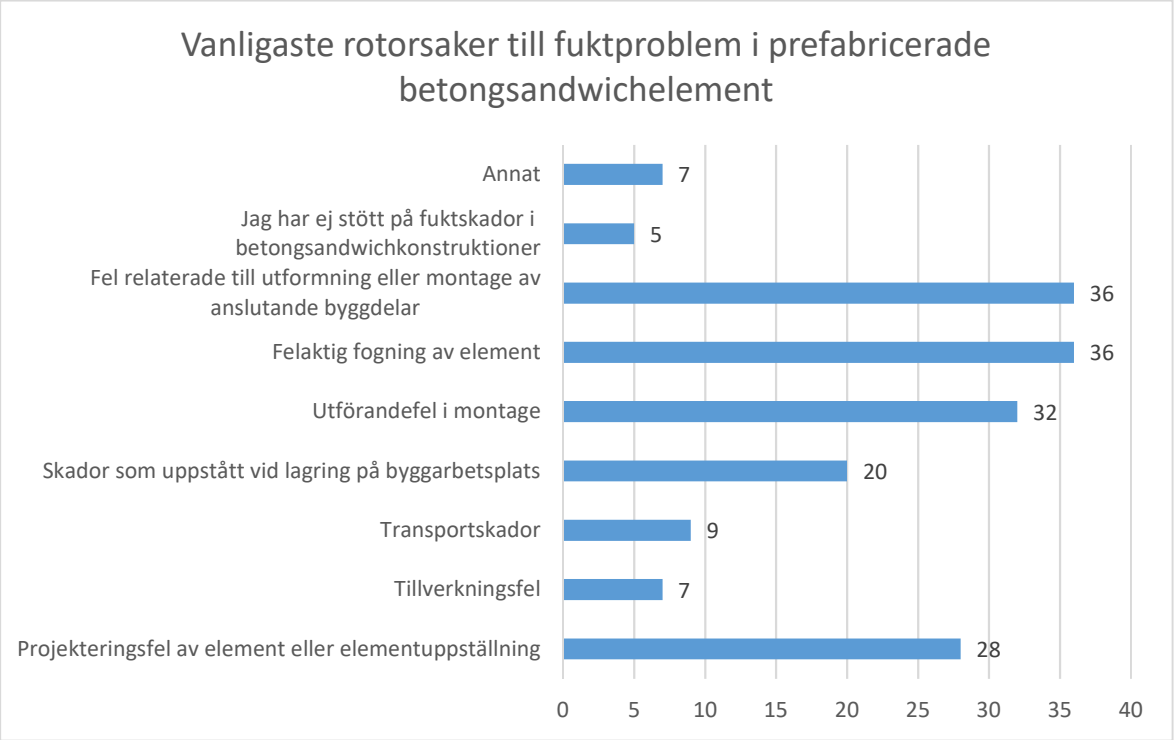
Figur 17: Prefableveranörers och skadeutredares, fuktsakkunniga, övrigas svar på hur utvecklingen de senaste 10 året varit gällande fuktproblem i betongsandwichelement.

6. I vilket skede är det enligt din uppfattning vanligast att man upptäcker fuktproblem i prefabricerade betongsandwichkonstruktioner?



Figur 18: Skeden då fuktproblem upptäcks för prefabricerade betongsandwichelement

7. Vad anser du är den/ de vanligaste rotorsakerna till fuktproblem i betongsandwichelement



Figur 19: Vanligaste orsakerna för fuktproblem i prefabricerade betongsandwichelement

8. Var kommer fukt in i konstruktionen för de fuktproblem du stött på?
Det var 5 svar som var mest återkommande.

Tabell 6: Fördelning av svar från enkät gällande vart fukt kommer in

Byggdel- Vart kommer fukt in?	Antal svar
Elementskarvar inklusive fogar	32
Fönster	26
Anslutningar, bland annat anslutning bjälklag	13
Ofärdiga våningsplan- utan väderskydd, under transport otäckta öppningar, oskyddade elementändar, byggfukt	10
Balkonger	8
Tak	6
Genomföringar	4
Balkongdörrar, dörröppningar	4
Bristfälliga plåtningar	4
Blöt isolering som inte torkar, skarvar med stenullsremsor	4
Väggvinklar, väggar, inåtgående hörn där fogning görs fel	3
Sprickor	2
Krön	2
Terrasser	2
I HD/F kondenserar fukt i hålrum, kondensutfällning	2
Uppstigande fukt i elementskarvar som går ned i mark	1
Övergångar olika fasadmaterial	1
Inifrån	1
Små täckande betongskikt med armeringskorrosion	1

9. Var i sandwichkonstruktionen upptäcks de fuktproblem du stött på?

Tabell 7: Fördelning av svar från enkät gällande vart fuktproblemen upptäcks

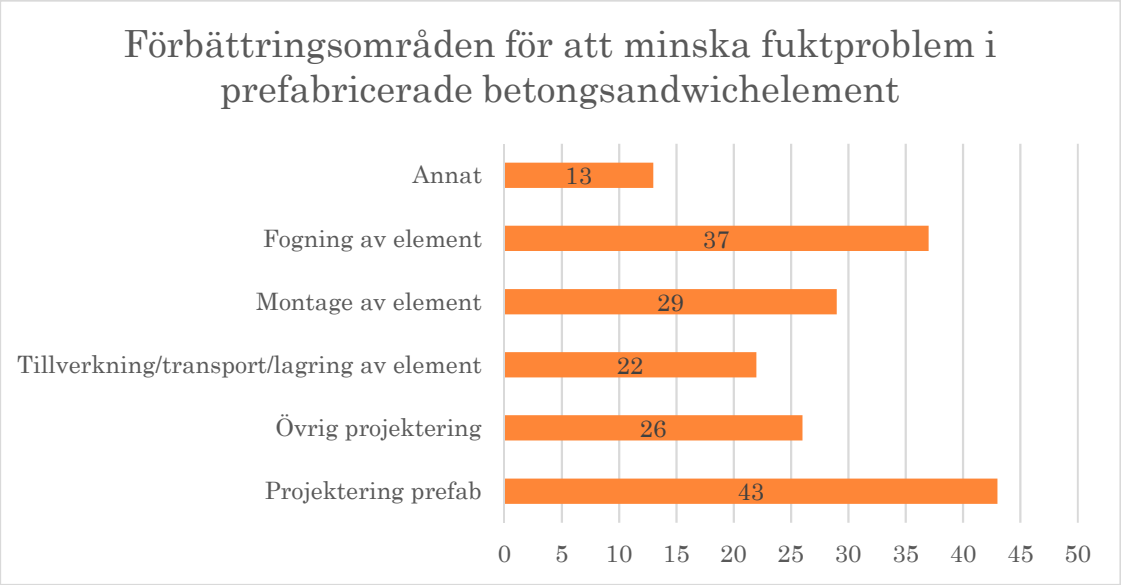
Byggdel	Antal svar
Inne hos boende. Vatten tar sig in i tak/bjälklagsvinkel, väggvinkel, golvvinkel (golv och socklar skadas), färg släpper på insida vägg	41
Fönsterkonstruktioner	23
Elementskarvar, fogar	10
Isoleringsskiktet, randisolering av mineralull	8
Dörrar, balkongdörrar	5
Anslutningar (genomföringar, grund)	4
Fasad	2
Dropp ur HD/F	2
Hörn	2
Infästningar (ex elarmaturer)	2
Kvarstående byggfukt i element vid stenullsisolering	1
Glas	1
Plåtbeslag som blir etsade av vatten som runnit i väggelementet	1
Sprickor i elementen	1
Innanför dilatationsfogar	1
Ytterväggar under balkonger	1
Fuktfläckar på element	1
Toppen på element	1
Hyllor	1

10. Kan du exemplifiera med någon/några betydande konsekvenser som fuktproblem i betongsandwichkonstruktioner kan ge? Ekonomiska och/eller byggnadsmässiga konsekvenser.

Tabell 8: Fördelning över svar från enkät gällande konsekvenser fuktproblem kan ge

Byggdel	Antal svar
Fuktskador på invändiga material, ytskikt, målning vid färgsläpp	13
Höga, ökade kostnader	12
Luktproblem	10
Skador på golv, golvsocklar, nya golv	9
Olägenheter hos boende, irritation, krav på ersättning	7
Skador på fönsterkarmar, fönster	6
Långvarig uttorkning, uttorkningsproblem	6
Missfärgningar på fasader	5
Mikrobiell påväxt i boendemiljö, isolerskikt	4
Försämrad isolering	4
Svårt att identifiera skadan	3
Omfogning av elementskarvar	3
Tid påverkad, försenad inflyttning, utflyttning ur rum	2
Badwill	2
Kommer vatten ur sandwichen vid montage av skyltar	1
Ombyggnad av detaljlösningar runt anslutande detaljer	1
Vattenläckage in i byggnaden	1
Frostsprängning	1
Förtida utbyte av material	1
Demontering av plåt	1
Etsning av glas	1
Har fått göra om till tvåstegstätad fasad med luftspalt	1

11. Om du ser fuktproblem i prefabricerade sandwichkonstruktioner som ett förekommande problem, inom vilket område anser du att förbättringar behöver göras?



Figur 20: Fördelning över svar från enkät gällande förbättringsområden

12. Övrig text

För sista frågan fanns möjlighet att dela med sig av något som övrigt man ansåg att man ville förmedla men som inte fanns utrymme för i de andra frågorna.

Enligt enkätundersökningen upplevdes anslutningar, genomföringar (fönster, dörrar) och fogar behöver göras robustare och vattenutlednings-funktioner behöver säkerställas. Svarande har angett att det bör beaktas att fogen inte kan bära allt ansvar.

> *”Allt kan inte hänga på fogen är något som bör beaktas”*
>
> *”Steg ett är att försöka få till en sekundär tätning i elementskarvarna och runt anslutningar och genomföringar. Mjukfog och bottningslist blir annars en enstegs-tätad lösning. Fukt som kommer in i fogen ska inte komma vidare in i konstruktionen. Viktigt att anlita fuktsakkunnig i samband med prefab-projekteringen”*

Enkätundersökningen tyder på att det finns ett problem i elementfogarna. Sekundärtätning i elementskarvarna samt runt anslutningar och genomföringar skulle vara ett steg i rätt riktning. Att anlita en fuktsakkunnig i samband med projekteringen anses också vara till stor hjälp.

> *”Att lösa elementfogarna så att beständigheten blir bättre och inte lika väderkänslig vid utförandet som idag.”*
>
> *”Man behöver göra anslutningar, genomföringar (fönster dörrar) och fogar robustare "tvåstegstätning kan vara svårt att få till ibland ". Vattenutlednings-funktioner”*

Enligt enkäten finns det enskilda åsikter om att den kunskapsnivå som finns idag är bristfällig. Det finns också tankar om att de erfarenheter som drogs under miljonprogrammets dagar har glömts bort.

”Kunskapsnivån är generellt för låg i projekteringsleden och ritningsläsningskunskapen är generellt för låg i montageleden (sen är ju elementen väldigt tunga och svåra att justera med hög precision). ”

”De erfarenheter som drogs under miljonprogrammets dagar har glömts bort och få prefableverantörer vill idag kännas vid rekommendationer från handboken "bygga med prefab". Följdes rekommendationerna i den skulle många problem kunna undvikas.”

”Det finns lösningar på hur man ska och hur man inte ska göra. Ändå så envisas entreprenörer och leverantörer med att strunta i dessa riktlinjer”

”Bygg med betongprefabboken med bra lösningar har successivt tagits bort ur branschen för att det var för dyra lösningar. I och med detta har problemen ökat. Dvs ställ krav på utförande enligt gamla riktlinjer”

BILAGA 3: Workshop resultat

Resultat diskussion 3- Lämpliga åtgärder

I vissa fall har en eller flera kolumner lämnats tomma, detta beror på att inget svar angavs från diskussionerna gällande det området.

Projektering prefab				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera
Tydligare kravspec. Från byggherre	Låg	Byggherre och generalentreprenörer	Ger bättre möjlighet att undvika dåliga lösningar	-
Ökad andel i samverkan/partnering.	Låg	Generalentreprenör	Ökad lösningsfokus istället för kostnadsfokus	-

Fogning av element				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera
Strama upp toleranser så att öppningen blir vad den skall vara. (Begränsa elementstorleken. Fogöppningen skall ofta vara större än man tror, beror på elementlängden och går att räkna ut. För ett 8 meters element skall fogen vara 32mm, ofta är fogarna 16mm.) Ofta vill arkitekten ha stora element med inte synliga fogar.	Mellan	Tillverkaren	Blir lättare för montörerna om elementen är så stora som de skall vara.	Borde vara branschstandard.
Montage	Mellan	Montör	Lättare fogning	Genom utbildning. Utbilda även inköpsspecialister.
Anlita fogspecialister	Mellan	Inköp	Bättre kvalitet	Utbildning
Miljöbedömningssystem	Låg	Inköp	Bättre kvalitet	Utbildning

Montage av element				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera
Anlita rätt (utbildade) montörer	Låg	Byggherre/ Totalentreprenör	Högre kvalitet i utförandet Även säkerhetsaspekt vid montage	Ej anlita ackordsmontörer
Projektera för större toleranser. (Måste finnas toleranser vid montaget. I värsta fall med en fogbredd på 16 mm och toleranser för varje element på 8 mm kan det bli ingen fog alls.)	Låg	Prefabkonstruktör/ Arkitekt	Ej för smala fogar	Större fogbredder
Utrymme i tidplan för korrigering/ omarbete (Egenkontroller behöver göras i tid så att det finns utrymme för att justera eventuella problem) Arbetsberedningar även viktigt	Låg- medel	Entreprenör/ Byggherre	Tid för att rätta till fel på ett korrekt sätt. (Ej ” Vi löser detta med fog”)	-
Utbildad egenkontroll vid stommontage	Låg	Entreprenör/ Byggherre	Större noggrannhet vid montage	Utbildade egenkontroller, delaktig beställare vid egenkontroll.
Fokusera på kvalitet vid utförande och upphandling, ej tid	Låg (stor besparing pga av färre fel)	Entreprenör/ Byggherre	Högre kvalitet i utförande	Ej ackordsmontörer, Det behövs en dialog gällande tidplan Entreprenör/ Byggherre

Övrig projektering				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera
Väderskyddad ovankant element innefattande vattenbortledning från elementkrön (bjälklag/vägg) Projektera in duk eller annat skydd i ök element för att få in mindre vatten	Låg	Ansvarig projektör Drivande kan vara projekteringsledaren	Minskar fuktbelastning på/ i ytterväggskonstruktion	Via projekteringsledning
Medvetandegöra avseende fuktrisker med betongsandwich	Mellan	Prefab branschorganisation	Bättre projekterade lösningar som hanterar fuktriskerna	Info från fuktcentrum Bygg och teknik SBUF informerar
Säkerställa att genomföringen tvåstegstätas, dräneras Kravställan från inköp behöver innehålla detta	Låg	Ansvarig projektör för respektive detalj	Minskar mängd fuktskador	-
Tydliga gränsdragningar och ansvarsfördelning	Låg	-	-	-

Övrig projektering				
Åtgärd	Kostnad (Hög, låg, mellan)	Vem gör åtgärden	Nytta	Hur implementera
ByggaF	Låg	Beställaren	Riskanalys på alla övriga moment	Utbildning
Involvera alla parter i projektering	Mellan	Ansvar på beställaren	Minskar risker och ökar förståelse	Utbildning
Akut riskanalys, vad gör vi när det har läckt in vatten	Låg	Entreprenör	Kort till åtgärd om något händer	Utbildning Bygg och fukt
Säkerställa robusta och beprövade lösningar	Låg	Projektering	Beprövade lösningar	Prova konstruktioner före montage tex mock-up
Säkerställa robusta lösningar- Montera plåtsmyg	Medel	Projektering, plåtslagare	Få bort fukt från smyg och fönster. Tätning blir i två steg	Utbildning
Säkerställa robusta lösningar-”Mockup”	Medel/hög	Projektering/ Entreprenör	Säkerställer funktion på känsliga detaljer	-
Säkerställa robusta lösningar- Säkerställ att arbetsberedningar genomförs	Medel	Projektering/ Entreprenör	Identifierar problem, moment i montage	ByggaF