

TAKELEMENT- INVENTERING AV MÖJLIGHETER OCH BEHOV

2021-04-30

FÖRORD

Skanska Sverige AB har drivit detta SBUF-projekt med namn *13785 Takelement- Inventering av möjligheter och behov*. I detta projekt har en undersökning gjorts gällande vilka möjligheter och risker som branschen ser med takelement samt en inventering av vilka typer av olika takelement. I projektet har också framgångsfaktorer för användning av takelement identifierats tillsammans med en lista på faktorer som bör kunna redovisas hos takelementleverantörer. Detta för att öka produktiviteten och ge högre kvalitet genom att skapa bättre förutsättningar att på ett kvalitetssäkert sätt använda takelement.

Arbetsgruppen har bestått av följande personer:

Jonas Averius, Peab
Emma Brycke, Skanska
Claes Engström, Skanska
Fredrik Gränne, NCC
Charlotte Svensson Tengberg, Skanska

Skanska har varit projektledare. Författare till rapporten är Emma Brycke och Charlotte Svensson Tengberg.

Projektet har dessutom haft en referensgrupp bestående av personer som representerar byggdoktorer, fuktsakkunniga, takelementleverantörer och entreprenörer.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som bidragit i projektet, som svarat på enkätundersökningen, medverkat på workshopen samt svarat på frågor och bidragit med er kompetens.

April 2021

SAMMANFATTNING

I detta SBUF-projekt har förväntningar, möjligheter och risker som branschen ser med takelement studerats. Arbetet har genomförts genom en genomgång av litteratur, inventering av takelement, enkäter och intervjuer, workshop och slutligen har resultaten sammanställts i denna rapport.

Denna studie har visat på att det finns begränsat med objektiv litteratur som stödjer användare av takelement. Användare är istället lämnade till att kravställa på leverantörers dokumentation för att kunna göra en adekvat bedömning i respektive fall. Vidare har kommunikation och gränsdragning mellan olika aktörer identifierats som speciellt viktigt för att få kvalitetssäkrade takkonstruktioner. Branschen har i detta projekt visat en positiv inställning till användandet av takelement. Dock har det också uppmärksammats osäkerheter som gör att takelement ibland väljs bort.

Resultaten från projektet visar också på att upplevda fördelar med takelement är framförallt möjligheten att snabbt kunna få tätt tak och därmed en kortare byggtid. Andra upplevda betydelsefulla fördelar är ekonomiska fördelar tillsammans med bättre arbetsmiljö, bättre kvalitet och en lägre klimatpåverkan. Det har också varit tydligt att det finns vissa osäkerheter och utmaningar idag med att använda takelement. Framförallt har elementskarvar, anslutningar till andra byggdelar, genomföringar och brist på dokumentation och information visat sig utgöra utmaningar. Användare av takelement anser att det är viktigt att tillräcklig information om takelement finns tillgängligt för att kunna göra en adekvat riskbedömning.

På marknaden idag finns ett antal olika elementtillverkare med mer eller mindre omfattande tillverkning av takelement. Ett antal leverantörer är mer inriktade på takelement och har mer standardiserade element och mer information tillgängligt. Det finns också leverantörer som kan tillverka takelement på begäran utifrån projektspecifika handlingar. Takelement på marknaden varierar såväl i uppbyggnad som i flexibilitet och möjliga tillval för projektanpassning. Detta SBUF-projekt visar på att det är ett fåtal takelementleverantörer som har dokumenterad information gällande detaljer och produktinformation tillgängligt på sina hemsidor. I detta projekt har dels sammanställningar gjorts vilket ger en överblick över takelementtyper på marknaden.

För att främja användandet av takelement genom att skapa bättre förutsättningar att använda takelement på ett kvalitetssäkert sätt har som ett resultat av detta SBUF-projekt en sammanställning över framgångsfaktorer tagits fram samt en lista över parametrar som takelementleverantörer bör kunna tillhandahålla information om. Sammanställningen över framgångsfaktorer delas upp i kommunikation och gränssnitt, montage, material samt kvalitet och miljö. Listan över intressanta parametrar för takelementleverantör att tillhandahålla behandlar projektering, konstruktion, produktion, byggande samt drift och underhåll.

Genom att använda de framtagna sammanställningarna i detta SBUF-projekt hoppas vi att kunna bidra till god kvalitet vid användning av takelement.

INNEHÅLL

1. INLEDNING	1
1.1 SYFTE	1
1.2 AVGRÄNSNINGAR	1
1.3 LÄSANVISNINGAR	1
1.4 GENOMFÖRANDE	2
2. TAKELEMENT	3
2.1 DEFINITION TAKELEMENT	3
3. OMVÄRLDSBEVAKNING	4
3.1 FÖRDELAR OCH NACKDELAR MED TAKELEMENT	4
3.2 KVALITET	5
3.3 MILJÖASPEKTER	7
3.4 PRODUKTIVITET	7
3.5 KOSTNADSEFFEKTIVITET	8
4. INVENTERING TAKELEMENT	8
4.1 INVENTERING AV TAKELEMENTTYPEN	8
5. ENKÄTUNDERSÖKNING	10
6. WORKSHOP	21
6.1 GENOMFÖRANDE WORKSHOP	21
6.2 RESULTAT WORKSHOP	21
7. SLUTSATSER	27
7.1 TYPER AV TAKELEMENT	27
7.2 FRAMGÅNGSFAKTORER FÖR ATT ANVÄNDA TAKELEMENT I PROJEKT	27
7.3 TAKELEMENT - INFORMATION OCH DOKUMENTATION	29
FORTSATT ARBETE	31
LITTERATURFÖRTECKNING	31
BILAGA 1- ENKÄTUNDERSÖKNING	32

1. INLEDNING

Många bostäder och lokaler byggs och renoveras i Sverige. Det är viktigt att de byggtekniker som användas är säkra och har robusta lösningar samt att de tillåter en rationell produktion. Tillsammans med dagens klimatfokus, ställer detta höga krav på byggbranschen och de metoder och konstruktioner som används.

Att bygga med prefabricerade takelement tillåter ett mer industrialiserat byggande då taket utgörs av färdiga element som levereras till byggarbetsplatsen. Att använda dessa typer av tak möjliggör en högre byggtakt. Förutom den ökade produktivitet med kortare byggtider innebär det också kortare tid till tätt tak och därmed möjlighet till fuktsäkrare produktion. En prefabricerad lösning innebär även mindre arbete på plats vilket främjar arbetsmiljön och säkerheten. Att använda takelement för att bygga tak har alltså en stor potential.

1.1 Syfte

Projektet syftar till att undersöka och sammanställa vilka förväntningar, möjligheter och risker som branschen ser med takelement. Projektet avser också att göra en studie över förekommande produkttyper för takelement. I förlängningen är studiens syfte att öka produktivitet och ge högre kvalitet genom att skapa bättre förutsättningar för entreprenörer att på ett kvalitetssäkert sätt använda takelement.

1.2 Avgränsningar

En avgränsning har gjorts gällande vilka typer av takelement som avses i detta projekt:

- Ett vädertätande skydd vid montage (ej nödvändigtvis färdigt ytskikt)
- Fullisolerat
- Invändig lufttätning (ej nödvändigtvis färdigt ytskikt)
- Självbärande

Även en geografisk avgränsning har gjorts och endast takelement tillgängliga på svenska marknaden har studerats. Studien kommer inte behandla ekonomiska aspekter.

1.3 Läsanvisningar

Denna rapport börjar med att ge en inledning till projektet i kapitel 1 och 2. Kapitel 3 redovisar den omvärldsbevakning som gjorts gällande takelement. Kapitel 4 presenterar den inventering av takelementtyper som genomförts. Påföljande kapitel redovisar enkätundersökningen som genomförts om branschens uppfattning om takelement. Därefter följer en presentation av genomförd workshop. Kapitel 7 redovisar de resultat och slutsatser som detta SBUF-projekt landat i, tillsammans med idéer på fortsatt arbete. Därefter återfinns den litteratur som använts i projektet. Slutligen redovisas fullständiga frågor som användes i enkätundersökningen som en bilaga.

1.4 Genomförande

Projektet omfattade sex steg:

1. Genomgång av tidigare genomförda relevanta studier. Inläsning gällande område såsom kvalitet, kostnadseffektivitet, produktivitet, arbetsklimat och miljöaspekter med avseende på takelement.
2. Inventering av förekommande produkttyper takelement, för att ge framtida användare av takelement en överblick över olika produkttyper.
3. En enkätundersökning har genomförts för att inventera vad branschen har för förväntningar på ett takelement samt för att inventera vilka risker och utmaningar som branschen ser med dessa produkter.
4. En workshop har genomförts. Presentation av resultat från enkätundersökning presenterades tillsammans med diskussioner gällande produkt, anslutningar och genomföringar, montage och drift. Syftet med workshopen var att verifiera inkomna resultat och att diskutera hur risker med takelement kan minskas. Deltagare på workshopen var entreprenörer, byggherre, takelementleverantörer och fuktsakkunniga.
5. Sammanställning av insamlat underlag kring takelement med risker och möjligheter samt analys av resultaten genom att studera vilka positiva effekter som kan erhållas med takelement samt utmynnat vilka områden som anses osäkra och skapar risker i branschen. Baserat på insamlat underlag tagit fram hjälpdokument för att främja användandet av takelement.

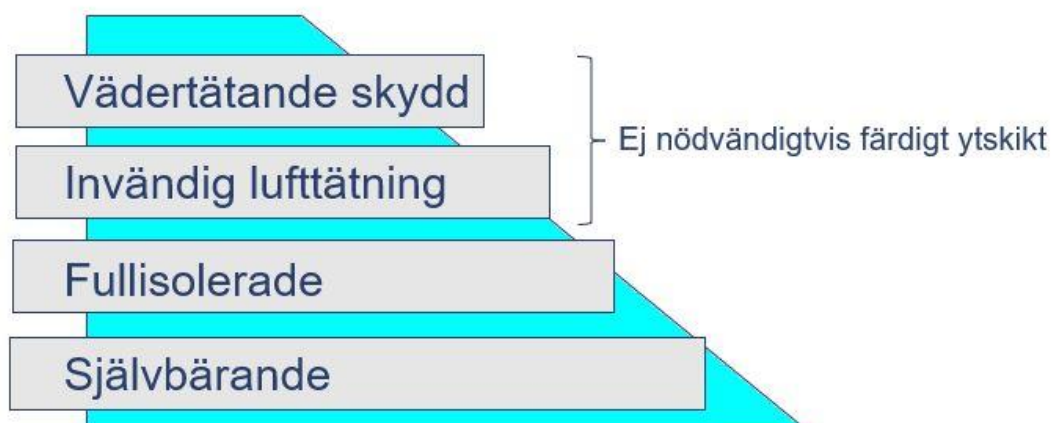
2. TAKELEMENT

Det finns många olika sätt att bygga ett tak. Olika typer av konstruktioner och ingående material förekommer. Tak kan byggas på plats på byggarbetsplatsen eller köpas in som prefabricerade element som eventuellt kompletteras på plats. Detta projekt är inriktat på prefabricerade tak, köpta från fabrik till byggarbetsplatsen. Produkterna säljs som takelement eller takkassetter. Elementen levereras till byggarbetsplatsen, monteras ihop och med eventuell komplettering bildar takelementen färdigt tak. Ett takelement kan vara sammansatt på olika sätt och av olika material, ha en varierande grad av möjlighet till kundanpassning och vara mer eller mindre färdiga från fabrik.

2.1 Definition takelement

Inledningsvis i projektet diskuterades en gemensam definition av takelement. Både aspekter som produktens färdigställandegrad och produktens flexibilitet diskuterades. För att ha en gemensam syn på vilka takelement som avses under arbetet så har följande definition gjorts:

- Vädertätande skydd vid montage (ej nödvändigtvis färdigt ytskikt)
- Fullisolerat
- Invändig lufttätning (ej nödvändigtvis färdigt ytskikt)
- Självbärande



Figur 1: Definition av takelement i projektet

Takelement avser i detta projekt vara en produkt som köps av en leverantör och därmed inte något som är egentillverkat av byggprojektet.

3. OMVÄRLDSBEVAKNING

De takelement som studien avser att undersöka är enligt den definition som satts upp i projektet. Omvärldsbevakningen har genomförts för att studera vilken information och kunskap som redan finns inom takelement, som ett led i att kunna förbättra användningen av takelement. De ämne som fokuserats på i omvärldsbevakningen är fördelar och nackdelar med takelement samt kvalitet, produktivitet och kostnadseffektivitet för dessa produkter. Dessa områden har studerats då de tros ha inverkan på användbarheten för takelement i branschen. Studien har genomförts genom sökningar på internet och läsning i handböcker. Sökning digitalt har skett genom Google och Google Scholar. Förteckning över använd litteratur redovisas i litteraturförteckningen i slutet av rapporten.

Omvärldsbevakningen visade på att det finns information gällande kvalitet, produktivitet och kostnadseffektivitet i allmänhet, men relevant information specifikt för takelement är begränsad. Det finns ett antal SBUF-projekt som rör takelement men dock inga funna nyare publikationer. Det finns också ett antal examensarbeten som berör takelement.

3.1 Fördelar och nackdelar med takelement

Baserat på tre examensarbeten *Prefabricerade eller platsbyggda tak* (Christensen, 2007), *Prefabricerade byggelement* (Fröjdfeldt & Leijon, 2008) och *Jämförelse av takkonstruktioner* (Winnberg & Hedby, 2006) finns ett antal fördelar och nackdelar med takelement identifierade:

Fördelar

- Arbetsmiljön förbättras på byggarbetsplatsen.
- Mängden restprodukter minskar.
- Tunga manuella lyft undviks.
- Farliga arbetsställningar undviks.
- Elementen är tillverkade inomhus i kontrollerade miljöer. Risk för byggfukt är minimerad. Vid prefabricering minskar risken för fuktskador då större delen av produktionen sker i fabrik i ett torrt klimat.
- Snabbt tätt tak, vilket innebär att klimatskydd snabbt kan uppnås. Installationsarbete och inredningsarbete kan utföras i ett torrt klimat.
- Kortare byggtid och lägre behov av antal byggarbetare, därmed minskade byggkostnader.
- Lägre kostnader. Med prefabricerade element möjliggörs just-in-time leveranser och material som lagras på byggarbetsplatsen minskar. Detta minskar risk för skador och stölder av material och därmed mindre spill. Även de interna transportkostnaderna minskar.

Nackdelar

- Prefabricerade takelement är kostsamma vid mindre bygge.
- Tar jobb från byggarbetare till förmån till industriarbetare.
- Skarvar som kan medföra fukttillskott om monteringen ej görs på korrekt sätt.
- Infästning vägg och tak kan medföra fuktproblem om montering ej görs på korrekt sätt.

Fördelar med att använda takelement är enligt takleverantörers hemsidor, ett urval:

- Hög kvalitet
- Kostnadseffektivt
- Goda ljud och värmeegenskaper
- Långa spännvidder
- Snabbt montage, kortare byggtid
- Låg miljöpåverkan

Samtal med takelementleverantörer

Vid samtal med takelementleverantörer ställdes frågan kring vilka möjligheter och risker de ser med takelement. En av de stora fördelarna med att använda takelement är den snabba montagetiden. En minskad montagetid leder till kortare tid till tätt hus vilket i sin tur kan leda till minskade uppvärmningskostnader. En kortare montagetid möjliggör även en kortare total produktionstid. Möjligheter med att använda takelement är också att det är enklare, ett reducerat arbete på plats framhålls i jämförelse med att platsbygga ett tak. Sparar tid i både projektering och produktion. Byggnation under taket anses kunna påbörjas direkt vid användning av takelement.

Vissa elementleverantörer säger att deras takelement kan monteras även vid nederbörd, underlaget för detta är dock oklart. Flera takleverantörer framhåller också deras möjlighet till långa spännvidder. Utmaningar eller risker som takelementleverantörerna ser är främst vid montaget. Flera takelementleverantörer nämnder vikten av att vara noggrann vid montage. Detta för att få rätt måttpassning och bra skarvar.

3.2 Kvalitet

Vid byggnation är det viktigt att de byggtekniker som används är säkra och att robusta lösningar används. Det är även viktigt att de tillåter en rationell produktion. Detta ställer detta höga krav på byggbranschen och de metoder och konstruktioner som används. Att de ingående delarna i en byggnad håller en hög kvalitet är viktigt så att efterfrågad funktion kan uppnås.

Byggnader skall vara långsiktigt hållbara och med en god inomhusmiljö. Boverket tog år 2018 fram en rapport *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*, där det står beskrivet att flera statliga utredningar och forskningsprojekt funnit att det finns betydande fel, brister och skador inom byggsektorn. Enligt Boverkets rapport har man 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. Boverket skriver vidare att många av problemen kan vara kopplade till utvecklingen av nya material och produkter (Boverket, 2018).

Det är av stor vikt att hålla god kvalitet på de byggnadsmaterial som används, vilket också blir tydligt i Boverkets rapport.

Plan och Bygglagen, PBL ställer krav vid nybyggnad och ändring av byggnadsverk. I PBL ställer man krav på byggnadsverket (Boverket, 2018).

De tekniska kraven är:

1. Bärförmåga, stadga och beständighet
2. Säkerhet i händelse av brand
3. Skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljön
4. Säkerhet vid användning
5. Skydd mot buller
6. Energihushållning och värmeisolering
7. Tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga
8. Hushållning med vatten och avfall
9. Bredbandsanslutning
10. Laddning av elfordon

Takelement som är ett sammansatt element från fabrik skall transporteras och monteras ihop med andra element på byggarbetsplatsen. Det är viktigt att kvalitet upprätthålls i samtliga led för att uppnå en god slutprodukt som ett sammansatt tak. Takelement, liksom andra byggdelar, behöver

uppfylla de krav som samhället ställer på ett byggnadsverk. Flertalet av de ovan nämnda punkterna från PBL kan appliceras på takelement, och på dess sammanfogningar och anslutningar.

Ett taks främsta uppgifter är att skydda mot nederbörd samt vara värmeisolerande (kyla/värme) vilket leder till olika krav på utformning. Ett yttertak ska uppfylla flera olika funktioner så som bärning, värmeisolering, ljudisolering, fuktsäkerhet och regnskydd. Kraven kan bero på vilken typ av byggnad som taket är aktuellt för. (Arfvidsson, Harderup, & Samuelsson, 2017).

I Boverkets byggregler finns det allmänna råd och föreskrifter om byggteknik och hantering som bland annat takelement behöver uppfylla. Det finns skrivelser gällande egenskaper hos material och produkter (Boverket, 2020).

”De byggmaterial och byggprodukter som används skall ha kända egenskaper i de avseenden som har betydelse för byggnadens förmåga att uppfylla kraven i dessa föreskrifter och allmänna råd (BBR 2:1)”

”Material och byggprodukter som används i en byggnad ska inte i sig eller genom sin behandling påverka inomhusmiljön eller byggnadens närmiljö då funktionskraven i dessa regler följs” (BBR 6:11).

Det finns olika sätt att visa på kvalitet på produkter. Ett sätt är att certifiera. Certifiering är ett sätt att visa att en produkt håller de krav som gäller för den aktuella märkningen. Det finns olika typer av certifieringar. RISE kan bland annat tillhandahålla certifiering av produkter med P-märkning.

P-märkning

RISE har tagit fram ett certifieringssystem för takkonstruktioner och taktäckning (RISE, 2012). För att kunna få P-märkning på taktäckningen eller takkonstruktionen för en byggnad behöver platsbyggandet och byggsystemet uppfylla ett antal regler. RISE skriver i sin rapport om P-märkning att en takkonstruktion ofta är uppbyggd i flera skikt och att varje skikt skulle kunna vara ett specifikt fabrikat av byggsystem som tillsammans utgör en hel takkonstruktion.

Dessa certifieringsregler är tillämpbara för byggsystem såsom taktäckning och hela takkonstruktioner eller skikt av takkonstruktioner. Det P-märkta byggsystemet avser byggkonstruktionen och dess anslutningsdetaljer för den avsedda användningen. Anslutningar kan exempelvis vara takfot, takfönster och anslutningar vid yttervägg.

RISE skriver i sin rapport att livslängden hos systemet och dess ingående komponenter förväntas vara minst 25 år om inget annat anges i certifikatet. Dessutom förväntas 50 års livslängd för icke utbytbara delar om inget annat anges i certifikat, och för bärande konstruktioner i livslängdsklass 4, enligt EKS, i säkerhetsklass 2 eller 3 gäller 100 år för byggnadsdelar som inte är åtkomliga för inspektion och underhåll (RISE, 2012).

Det finns ett antal olika krav och provningar som systemen skall klara. De kategorier som representeras är:

- Fukt
- Bärförmåga, stadga och beständighet
- Brand
- Ljud
- Lufttäthet
- Värmeisolering
- Ljudisolering

RISE skriver i sin rapport om P-märkning att produkter och komponenter som ingår i systemet eller är väsentliga för att systemet skall bibehålla sin funktion skall ha kända egenskaper som kan

kontrolleras mot kravnivån för den avsedda användningen. Redovisning av alla relevanta egenskaper skall ske. För att takkonstruktionen eller taktäckningen på byggnaden skall kunna bli P-märkt krävs att ett P-märkt system har använts och att montaget gjort av en entreprenör som är certifierad för aktuellt system (RISE, 2012).

Övriga kvalitetssystem

I detta projekt har inte någon harmoniserad standard för takelement påvisats. För produkter som inte har någon harmoniserad teknisk specifikation finns ändå möjligheter att kunna CE-märka produkter via ETA (European Technical Approval). Att CE-märka sina produkter innebär att man som tillverkare, får tillgång till hela den europeiska marknaden och möjliggör på ett neutralt sätt jämförelse mellan olika tillverkares produkter (Boverket, 2012)

I projektet har ett fåtal av de studerade takelementen ETA och CE-märkning för sina produkter.

3.3 Miljöaspekter

För att säkerställa en hållbar tillväxt behöver vi använda resurser på ett mer hållbart och smartare sätt, enligt EU-kommissionen. Byggsektorn producerar årligen ton av bygg- och rivningsavfall. I SBUF-rapporten *Design för deconstruction* skrivs det om cirkulära principer och möjligheten att öka demonterbarheten och återanvändbarheten hos byggnadselement. För att möjliggöra detta krävs smarta monteringslösningar. Med återanvändning av byggelement kan de ses som resurser istället för ett miljöproblem och en kostnad vid rivning. Potentialen av att återanvända ett byggnadselement kan dock lätt överskattas om inte demonterbarheten beaktas väl, då det är en kritisk faktor för att möjliggöra återanvändning. En annan viktig komponent är livslängden för byggnadselementens och dess ingående material. Det blir viktigt att använda material som har en hög kvalitet. Prefabricerade element är redan från början byggda som moduler och är därmed lättare än platsbyggda konstruktioner att montera in och ut ur en byggnad. I rapporten från SBUF skrivs det vidare att det är viktigt att redan från början i projekteringen ha med ett tänk om demonterbarhet (Fahlén, Sidenmark, Löfås, & Cuusumano, 2017).

3.4 Produktivitet

Sedan början på 2000-talet råder en stark trend med fokus på industrialisering av bostadsbyggandet i Sverige. Det slogs då fast att branschen behöver utvecklas för att öka kvaliteten, minska kostnader och utveckla effektiva produktionsmetoder (Boverket, 2008).

Tydlig struktur och styrning krävs gällande projektering, tillverkning, montage och kompletterande byggplatsarbete. För att minimera arbetsmomenten på byggarbetsplatsen skall förtillverkningsgraden av byggdelar maximeras. Boverkets rapport Industriellt bostadsbyggande skriver vidare att ett tydligt kundfokus så att rätt produkter med rätt kvalitet säkerställs. Prefabricering nämns som en central del i utveckling mot ett industriellt byggande. Genom prefabricering kan tillverkning av byggdelar ske i en miljö med rätt hjälpmedel och maskiner. I rapporten skrivs att komplexiteten ökar och processen behöver styras ordentligt annars är det risk för höga kostnader för korrigering och tidsförluster och därmed går nyttan förlorad (Boverket byggkostnadsforum, 2008).

För ett industrialiserat byggande med element behövs bra kommunikation mellan logistik och inköp, byggtiden kan minskas vilket i sin tur medför att arbetskraftsbehovet minskar och således blir arbetsplatsomkostnaderna lägre. Genom att snabbt få ett tätt klimatskal kan andra yrkeskategorier påbörja sina arbeten snabbare. Beslutet att använda prefabricerade tak bör tas i ett tidigt skede (Christensen, 2007).

3.5 Kostnadseffektivitet

Vid byggnation uppstår en del kostnader som påverkas av arbetsplatsen som exempelvis kostnader för maskiner, bodar, tillfälliga vägar, tillfällig el, personal. Arbetsplatskostnader påverkas av byggtiden. Kan tiden för byggnationen minska så minskas även arbetsplatskostnaderna. Med prefabricerade takelement kan materialhanteringen på byggarbetsplatsen att minska då det blir mindre arbete med att täcka, organisera och flytta på byggmaterial. Med en reducerad materialhantering kan även spill av material minska och således även kostnader för sophantering och tömning av containrar. (Christensen, 2007).

4. INVENTERING TAKELEMENT

Det finns idag många olika takelement på marknaden, som kan vara uppbyggda på olika sätt och med olika prefabriceringsgrad. Vissa elementtillverkare har flexibla lösningar vilket innebär att produktionen av ett element kan ske utefter kundens önskemål. Andra elementtillverkare har lägre flexibilitet och mer standardiserade produkter.

4.1 Inventering av takelementtyper

I detta projekt har en marknadsinventering genomförts gällande vilka typer av takelement som finns på marknaden. Syftet med denna inventering är att ge en förståelse för den som funderar på att använda takelement över vilka olika typer av takelement som finns. Denna information kan vara av vikt vid val av takelement eller annan typ av takkonstruktion. Inventeringen har gjorts genom samtal över telefon med tekniskt kunniga hos takleverantörsföretag samt har information hämtats från leverantörers hemsidor. I tabell 1 och 2 har sammanställningar gjorts gällande ett antal parametrar för ett urval av olika takelement. Notera att flera olika takleverantörer kan ingå i en takelementtyp.

Tabell 1: Sammanställning av takelementtyper

Typ	Ingående trämaterial	Tak-beklädnad	Isolering	Invändig lufttätning	Luftat/ oluftat	Skarvar
A	Plywood, balkar	Valfritt	Mineralull	Plåt	Oluftat	Typlösningar finns att tillgå vid efterfrågan
B	Plywood, balkar	Valfritt	Mineralull	Plastfolie/ Variabel ångbroms	Oluftat	Typlösningar finns att tillgå på hemsida
C	Plywood, balkar	Takpapp	Mineralull	Plåt/ Variabel ångbroms	Oluftat Luftat	Typlösningar finns att tillgå på hemsida
D	Inget	Plåt	Cellplast	Plåt	Oluftat	Typlösningar finns att tillgå på hemsida
E	Valfritt	Valfritt	Valfritt	Valfritt	Valfritt	Inga typlösningar finns. Anpassas efter önskemål och projekt

Tabell 2: Sammanställning av takelementtyper

Typ	Flexibilitet (Ett urval)	Rekommenderad användning	Komplettering på plats	Övrig info	Tillgänglig data
A	U-värde Ljudkrav Brandkrav Möjlighet till olika takbeklädnad Olika takfotslösningar Böjda element Håltagningar	Finns info på hemsida	Skarvar Upplag Viss takbeklädnad monteras på plats Montage fönster, luckor mm	-	Viss produktdata Detaljer tas fram projektspecifikt Montageanvisningar vid förfrågan Miljödokument vid förfrågan
B	U-värde Ljudkrav Brandkrav Möjlighet till olika takbeklädnad Olika takfotslösningar Böjda element Håltagningar	Finns info på hemsida	Skarvar Upplag Takbeklädnad monteras på plats Montage fönster, luckor mm	ETA- godkända element CE-märkta element	Produktdata Typdetaljer Detaljer tas fram projektspecifikt Miljödokument Ljuddokument Branddokument Underhållsplaner Montageanvisningar
C	U-värde Brandkrav Möjlighet till olika takbeklädnad Olika takfotslösningar Böjda element Håltagningar Fabriksmonterade takluckor Fabriksmonterade takfönster	Finns info på hemsida	Skarvar Upplag	ETA- godkända element CE-märkta element	Produktdata Typdetaljer Detaljer tas fram projektspecifikt Miljödokument Ljuddokument Branddokument Underhållsplaner Montageanvisningar
D	U-värde Brandkrav Möjlighet till olika takbeklädnad Olika takfotslösningar Böjda element Håltagningar Fabriksmonterade takluckor Fabriksmonterade takfönster	Finns info på hemsida	Skarvar Upplag Montage fönster, luckor mm	CE-märkta element	Produktdata Typdetaljer Detaljer tas fram projektspecifikt Miljödokument Ljuddokument Underhållsplaner Montageanvisningar
E	U-värde Brandkrav Möjlighet till olika takbeklädnad Olika takfotslösningar	Ej hittad information på hemsida	Skarvar Upplag Takbeklädnad monteras på plats Montage fönster, luckor mm	-	Detaljer tas fram projektspecifikt

5. ENKÄTUNDERSÖKNING

För att identifiera hur förutsättningarna för att använda takelement kan förbättras samlades information in gällande förväntningar, möjligheter och risker som branschen ser med takelement. Detta har genomförts genom att genomföra en enkätundersökning hos personer i branschen.

Ett enkätformulär bestående av fyra avsnitt och sammanlagt tolv frågor togs fram. Avsnitten behandlade:

- Bakgrundsinformation om respondenten
- Takelement-Utmaningar
- Takelement-Möjligheter
- Takelement-Erfarenheter och rekommendationer

För de första åtta frågorna fanns flervalsalternativ med möjligheter till fritext. För de resterande frågorna var endast fritext möjlig.

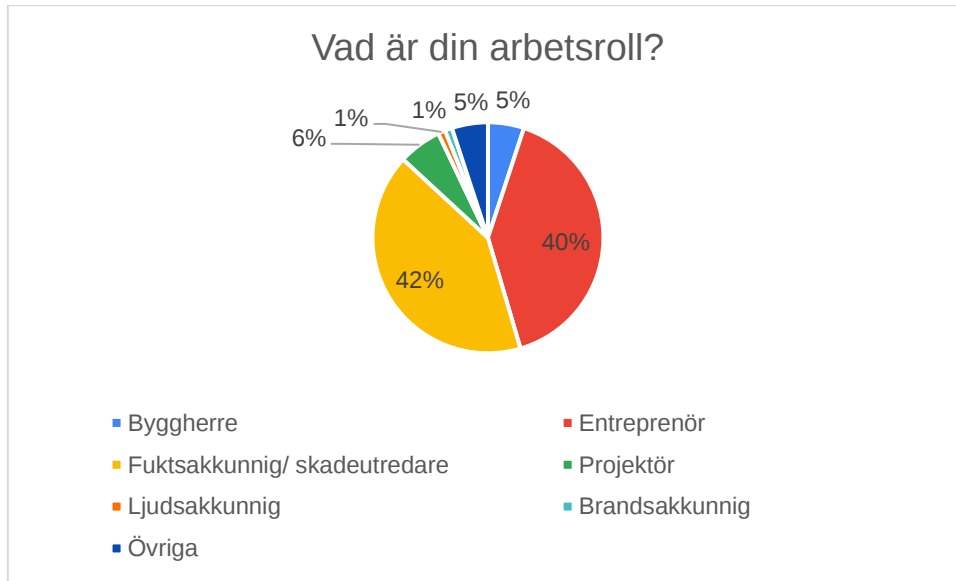
Enkät svar

Enkäten skickades ut till produktionschefer på NCC, Peab och Skanska. Enkäten skickades även till byggdoktorer och till fuktsakkunniga via forumet för Fuktsakkunniga i Sverige. Utöver dessa skickades även enkäten till brandsakkunniga via brandkonsultföreningen och lades även ut på en hemsida för ljudsakkunniga. Enkäten besvarades även av personer inom inköp, projektutvecklare mm. Några av dessa personer valdes ut då de ansågs ha erfarenhet av takelement medan andra kan ha fått enkäten skickad vidare till sig. Då det funnits relevans i svaren och de anses tillförlitliga har samtliga svar tagits med i sammanställningen.

Enkäten skickades ut till ca 200 personer och 99 svar erhöles, vilket anses vara en relativt bra svarsfrekvens. Respondenterna har till största del utgjorts av produktionschefer och fuktsakkunniga vilket bör beaktas vid utvärderingen. Svarsfrekvensen av ljudsakkunniga bestod av endast en person och inget svar kunde erhållas från de brandsakkunniga, därmed anses svaren från de grupperna ej vara tillräckligt omfattande för att kunna dra några slutsatser.

I detta avsnitt presenteras svar från enkätundersökningen. Första frågan behandlade om vidare kontakt kunde tas för eventuellt kompletterande frågor, och redovisas ej i sammanställningen, då det inte har relevans i här.

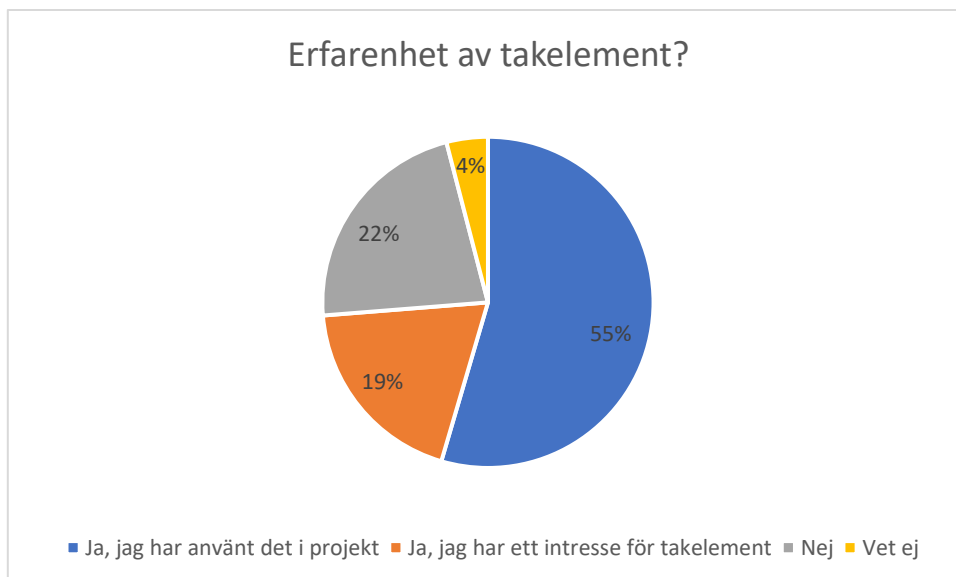
1. Arbetsroll respondenten?



Figur 2: Enkät svar: Arbetsroll respondent

Majoriteten av de svarande på enkäten utgörs av fuvsakkunniga och/ eller skadeutredare. Samt utgör entreprenörer en stor del av respondenterna. Övriga respondenter utgör en betydligt lägre andel av svarsfrekvensen och validiteten för de yrkesgrupperna anses vara bristfällig.

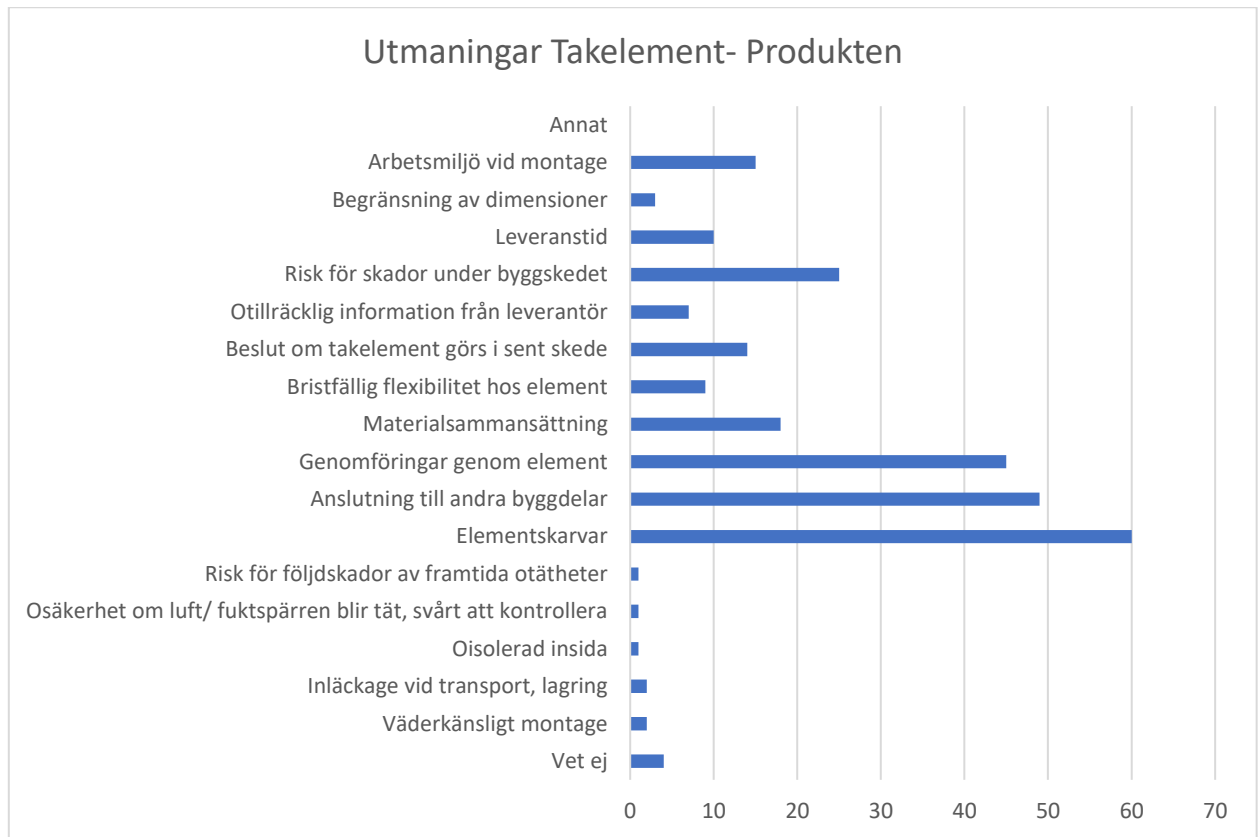
2. Erfarenhet av takelement?



Figur 3: Enkät svar: Erfarenhet av takelement

Majoriteten av de svarande på enkäten har använt takelement i projekt. Det är också en relativt stor andel som angett att de har ett intresse för takelement. Ca en femtedel av respondenterna har inte erfarenhet av takelement och en liten grupp är osäkra på sina erfarenheter om takelement och har angett att de ej vet.

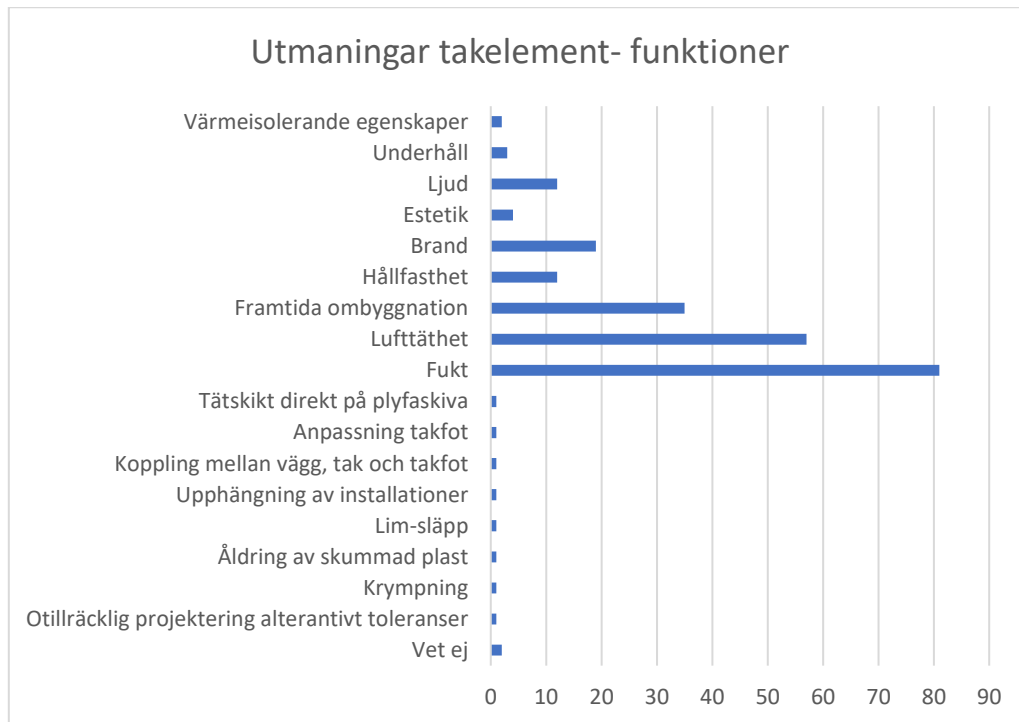
3. Utmaningar med takelement



Figur 4: Enkät svar: Utmaningar med takelement - produkt

Tabellen visar på att det finns flera olika utmaningar med produkten takelement. Majoriteten av de svarande anger att elementskarvar, anslutning till andra byggdelar och genomföringar genom element är de främsta utmaningarna. Även risk för skador under byggskedet, arbetsmiljö vid montage, beslut om takelement sent skede och materialsammansättningar är även mer framträdande utmaningar. Därutöver finns ett antal övrigt inrapporterade noteringar.

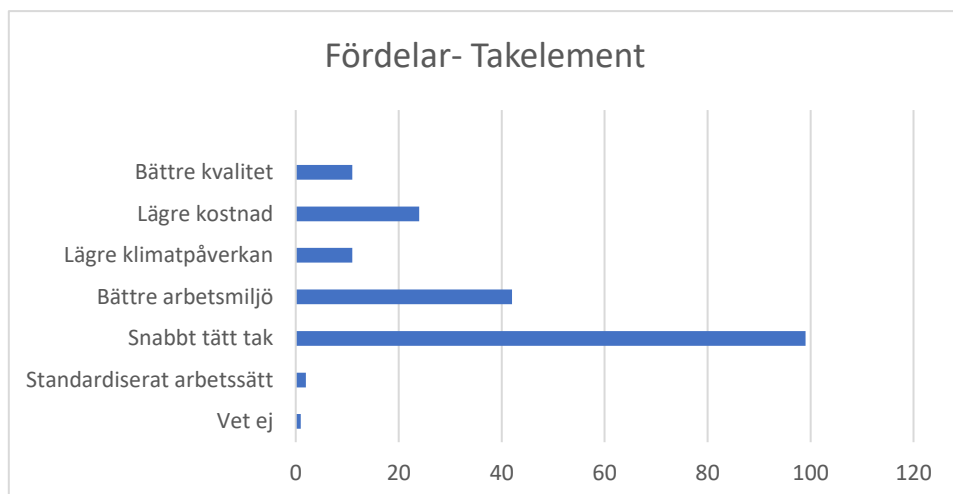
4. Utmaningar med takelement gällande funktioner?



Figur 5: Enkät svar: Utmaningar med takelement - funktioner

Uppfattningen enligt enkätundersökningen är att fukt, lufttäthet och framtida ombyggnation är de mest utmanande funktionerna hos takelement. Även brand, ljud och hållfasthet är funktioner som i en högre grad är återkommande utmaningar. Utöver dessa funktioner har ett antal noteringar rörande exempelvis underhåll, estetik och värmeisolerande egenskaper angetts.

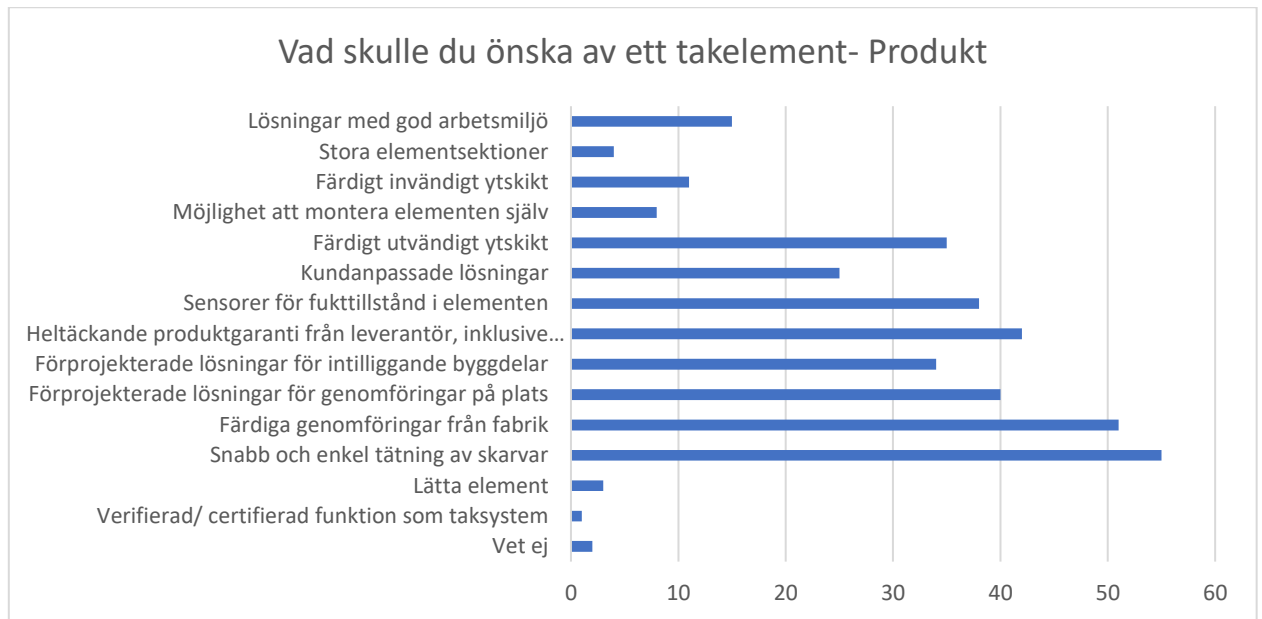
5. Fördelar med takelement



Figur 6: Enkät svar: Fördelar med takelement

Fördelarna med takelement anses enligt enkäten vara att snabbt kunna få ett tätt tak. Även bättre arbetsmiljö och en lägre kostnad ses som stora fördelar. Bättre kvalitet och lägre klimatpåverkan har även uttryckts som fördelar med takelement.

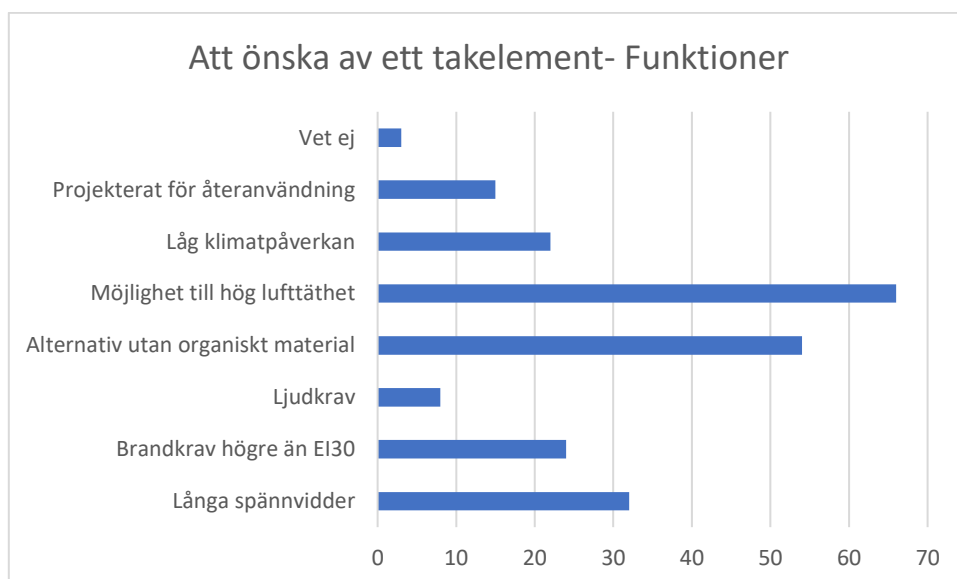
6. Att önska av ett takelement gällande produkten



Figur 7: Enkät svar: Att önska av ett takelement - produkt

Enkätundersökningen visar på att det finns flera faktorer som är att önska av ett takelement. Det är flera faktorer som fått många röster i undersökningen. Det som är mest framträdande att önska hos ett takelement är snabb och enkel tätning av skarvar samt färdiga genomföringar från fabrik. Att önska är även heltäckande produktgarantier från leverantörer, förprojekterade lösningar för genomföringar på plats, sensorer för fuktillstånd i elementen, färdigt utvändigt ytskikt och förprojekterade lösningar för intilliggande byggdelar och kundanpassade lösningar.

7. Att önska av ett takelement gällande funktioner

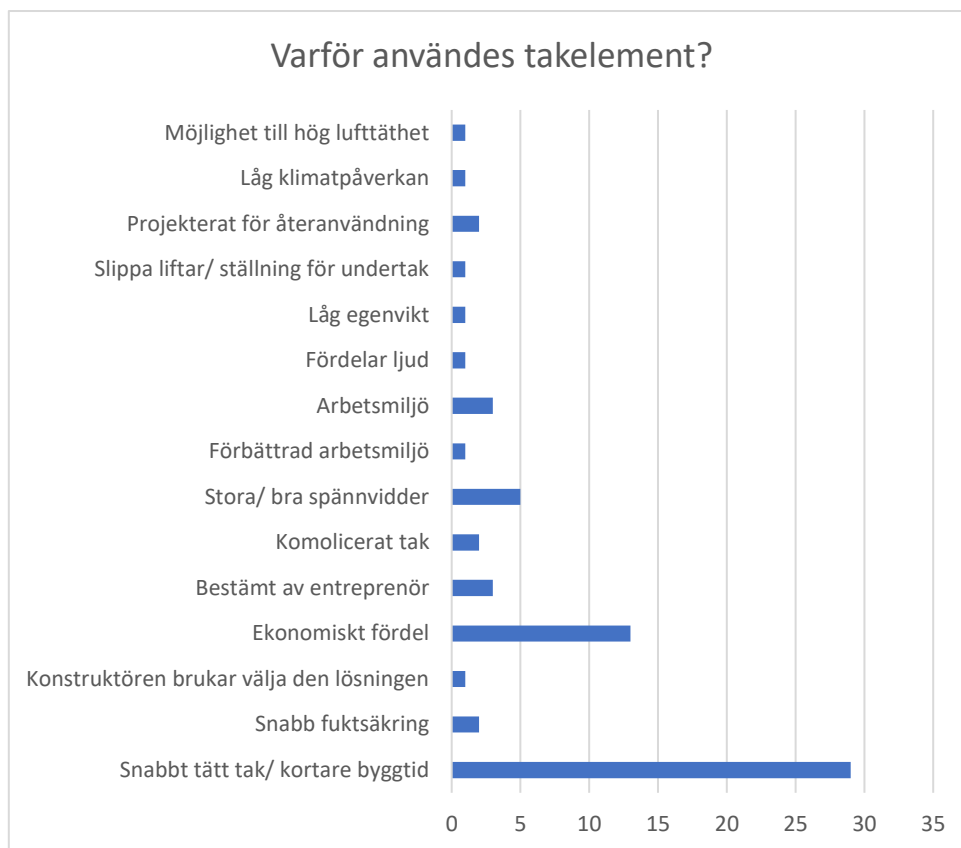


Figur 8: Enkät svar: Att önska av ett takelement - funktioner

Gällande att önska av ett takelement gällande funktioner är det tydligt att möjlighet till hög lufttäthet och alternativ utan organiskt material är viktigt enligt undersökningen. Övriga

funktioner som låg klimatpåverkan, projekterat för återanvändning, brandkrav högre än EI30 och långa spännvidder har klassats som ungefär lika önskvärda. Ljudkrav har fått ett något mindre framträdande plats.

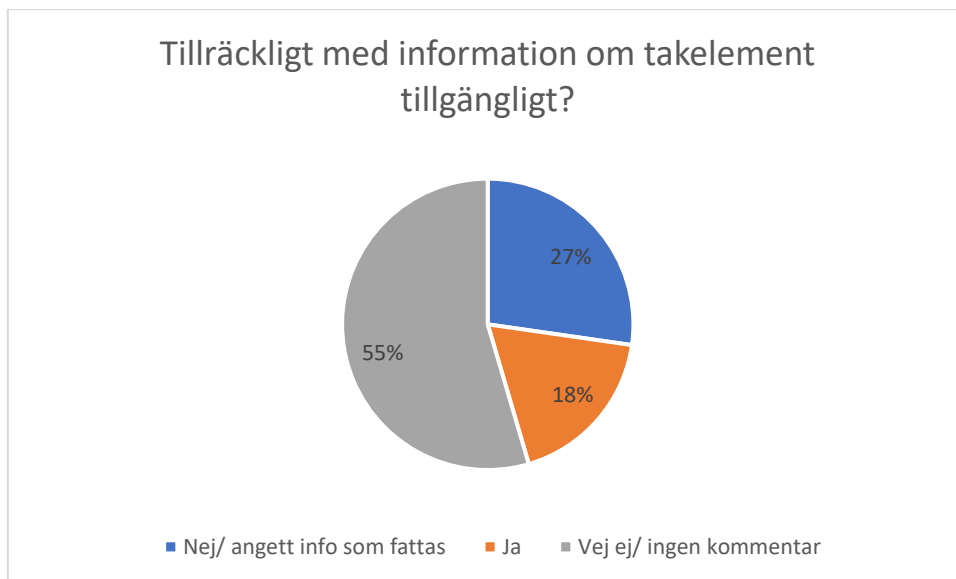
8. Om takelement använts, varför användes det?



Figur 9: Enkätvar: Varför användes takelement?

Enligt undersökningen är det tydligt att den mest framträdande orsaken till att man valt att använda takelement i sitt projekt är möjligheten till snabbt tätt tak och därmed också en kortare byggtid. Enkäten visar även på att använda takelement är en ekonomisk fördel. Tittar man i tabellen ser man att det även finns ett antal andra orsaker till att man använt takelement, vilka dock inte angetts som lika frekventa anledningar som möjlighet till snabbt tätt tak och den ekonomiska fördelen.

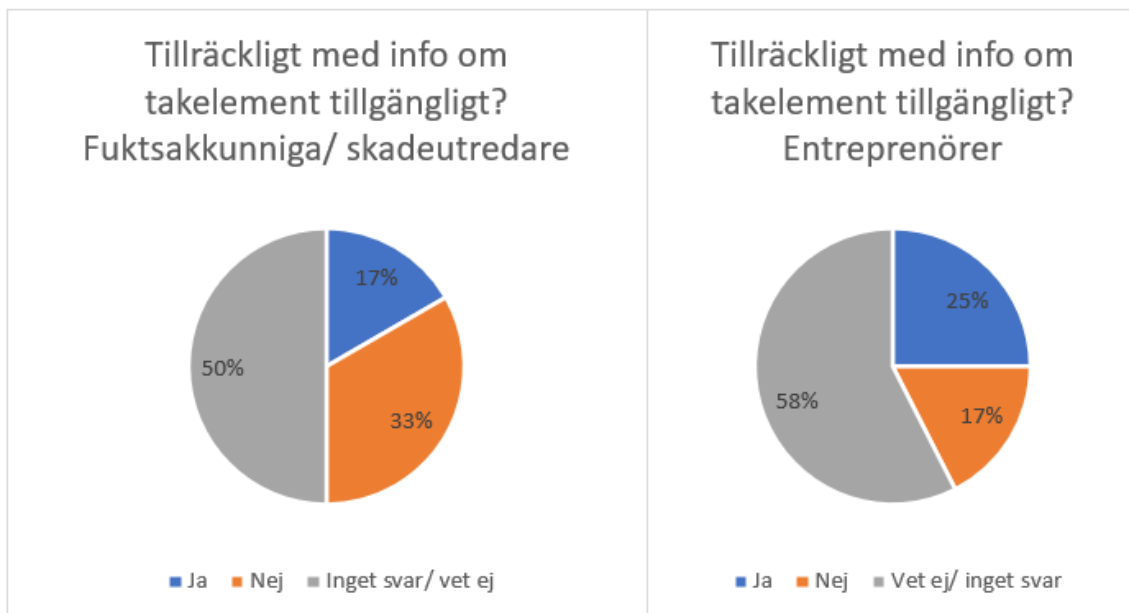
9. Vid användning av takelement, anses det funnits tillräckligt med information om takelement tillgängligt, om inte vad har saknats?



Figur 10: Enkät svar: Anses tillräcklig information om takelement finnas tillgänglig?

Av alla som svarat på enkäten anser 55 % att de inte vet eller att de inte har någon kommentar gällande denna fråga. 27 % anser att det inte funnits tillräckligt med information tillgängligt medan 18 % anser att det funnits tillräckligt med information.

Delar man upp svaren och tittar på fuksakkunniga/ skadeutredare respektive entreprenörers svar kan man se följande fördelning.



Figur 11: Enkät svar: Anses tillräcklig information om takelement finnas tillgänglig? (Till vänster fuksakkunniga/ skadeutredare och till höger entreprenörer)

Utöver de som angett att de ej vet eller inte har något svar kan man se i denna jämförelse att majoriteten bland fuktsakkunniga/ skadeutredare inte anser att det finns tillräckligt med information och majoriteten bland entreprenörerna anser att det finns tillräckligt med information.

Av de som svarat gällande om det finns tillräckligt med information kan följande fördelning över erfarenheter av takelement ses bland fuktsakkunniga/ skadeutredare.



Figur 12: Enkät svar: Fördelning över erfarenhet av takelement för de som svarat att de anser tillräcklig information finnas respektive inte finns tillräcklig information.

Bland fuktsakkunniga och skadeutredare som svarat att de inte anser att det funnits tillräckligt med information har majoriteten använt sig av takelement, det är dock en femtedel som enbart har ett intresse för takelement. Bland de som svarat ja på att det finns tillräckligt med information har ca 90 % använt sig av takelement i projekt.

Bland de fuktsakkunniga/ skadeutredare som inte anser att det funnits tillräckligt med information tillgängligt finns återkommande kommentarer om att man saknat information gällande:

- Fukttekniska egenskaper
 - Exempelvis wufi-beräkningar, hur leverantörerna väderskyddar sina element, fuktsäkerhetsprojekterade element
- Detaljer och anslutningar (ur fukt och lufttäthetssynpunkt)
- Produktinformation/ prestandadeklaration

Enstaka kommentarer gällande nedan punkter har inkommit.

- Svårt att få tag på information
- Certifiering av systemlösning
- Uppföljande kontroller och mätningar

Av de som svarat att det funnits tillräckligt med information kan följande kommentarer ses:

"Oftast är det inte informationen om takelementen som saknas utan att entreprenören inte samarbetat med leverantören om att uppnå fuktsäkerhet och lufttäthet vid montaget".

"Det finns mängder med information, bara man kontaktar leverantörens tekniska avdelning. Om inte annat hjälper de ofta till att ta fram informationen".

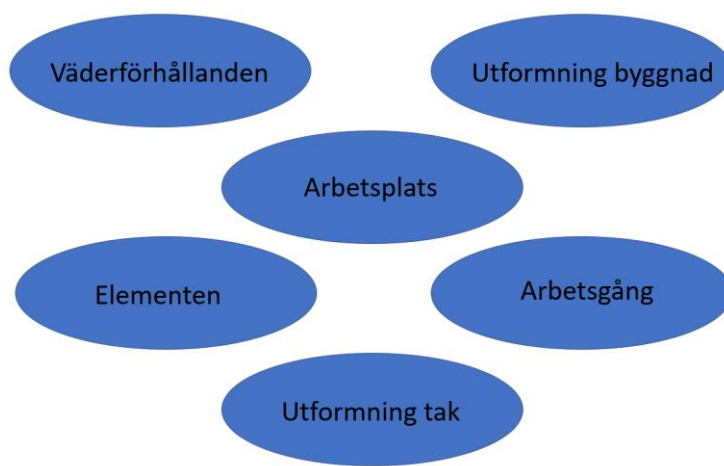
"Användarvänlig monteringsanvisning på webbsida anpassad för arbetsledarens läsplatta och montörernas mobiltelefoner"

Av de som svarat gällande om det finns tillräckligt med information tillgängligt hos entreprenörer har samtliga använt sig av takelement i projekt, både de som anser att det finns tillräckligt med information och de som ej anser att det finns tillräckligt med information.

Bland entreprenörerna som inte anser att det funnits tillräckligt med information tillgängligt finns återkommande kommentarer om att man saknat information gällande detaljer, infästningar och anslutningar. Finns inga enskilda kommentarer om specifikt vad man saknat.

10. Vilka anser du vara de optimala förutsättningarna för att använda takelement? (Gällande exempelvis projektförutsättningar, utformning av byggnad)

För denna fråga var det fritext som man kunde svara med. De optimala förutsättningarna för att använda takelement kan sammanställas i följande område.



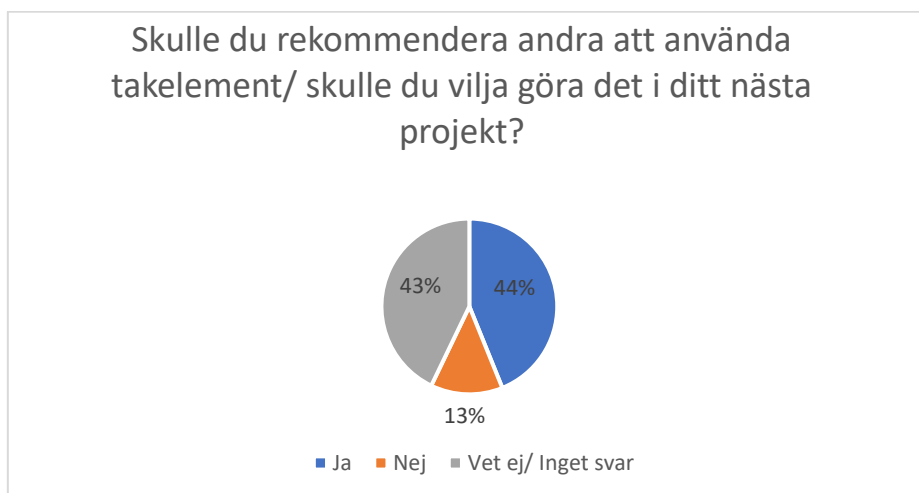
Figur 13: Enkät svar: Område för optimala förutsättningar för användning av takelement

De optimala förutsättningarna som angetts baserat på enkätundersökningen presenteras i tabell 3.

Tabell 3: Optimala förutsättningar som angetts för användning av takelement

Väderförhållanden	• Ingen vind • Ingen nederbörd
Utformning byggnad	• Fristående byggnad • Enkla och raka byggnader/ enkel geometri • Smala byggnader • Punkthus • Helprefab • Stora hallar • Större byggnader/ flerbostadshus • Massproduktion av småhus • Då våderskydd ej används • Utrymme med lågt fukttillskott • Låga brandkrav
Utformning element	• Element av oorganiskt material • Leverantör utför montage • Lätta detaljer som finns med i montageanvisning
Utformning tak	• Enkel takplan/ enkel geometri • Få genomföringar i tak • Enkla eller få anslutningar • Större takytor med möjlighet till upprepning • Stora spännvidder • Sadeltak, pulpettak
Arbetsgång	• Väl genomarbetad arbetsberedning • Projektet projekteras med takelement från början • Elementleverantören tar ansvar för projekteringen • Krav på kort byggtid • Mindre bemanning på bygget
Arbetsplats	• Lossningsplats på arbetsplatsen • Då det är ont om plats och flera våningar • Åtkomlighet för transport, lyft och lagring.

11. Rekommendera andra att använda takelement/ skulle man vilja göra det i nästa projekt?



Figur 14: Enkät svar: Åsikter om att rekommendera andra att använda takelement/ att vilja använda det i sitt nästa projekt

Andelen som inte vet eller som rekommenderar andra att använda takelement i nästa projekt alternativt själv använda det är ungefär lika och överstiger andelen som inte skulle vilja använda det i projekt eller rekommendera andra.

Flera av de svarande har lämnat argument för varför eller varför inte man skulle vilja använda det alternativt rekommendera andra.

Argument för att använda takelement har angetts som:

- Snabbt tätt tak
- Smidigt att hänga installationer i
- Ger bättre arbetsmiljö
- Snabbt och kostnadseffektivt
- Minskar behov av väderskydd
- Kan slippa organiskt material

Man har angett att det är viktigt med rätt förutsättningar och att det passar på vissa byggnader. Samt att det är viktigt att elementen transporteras på rätt sätt från fabrik och att rätt väderlek råder. Även av vikt att krav ställs på elementen.

Argument för att inte använda takelement har angetts som:

- Vill veta mer om fuktegenskaper
- Element med trä, känns osäkert gällande framtida läckage och möjlighet till åtgärder
- Om inte långsiktig förvaltning kan säkerställas
- Risker med transport, montage, lufttäthet och fukt
- Tveksam till lösningar utan luftspalt

6. WORKSHOP

För att verifiera och komplettera de inkomna enkätsvaren samt ta del av erfarenheter och kunskap hos personer i branschen anordnades en workshop. Denna workshop tjänade även till att gå mer utförligt in på takelement gällande såsom anslutningar och infästningar. Workshopen utfördes digitalt via teams.

Deltagare på workshopen var entreprenörer, fuktsakkunniga, takelementleverantörer och en byggherre.

6.1 Genomförande workshop

Workshopen började med en genomgång av projektet. Under workshopen presenterades flertalet av de svar som inkommit vid enkätundersökningen. På grund av workshoppens begränsade tidslängd fanns ej tillräckligt med tid för att gå igenom alla frågor och svar. De frågor och svar som presenterades valdes utifrån att de kändes som de mest relevanta och intressanta att presentera och diskutera vid detta forum.

De delar som presenterades var:

- Fördelar med takelement
- Varför takelement valt att användas
- Utmaningar med produkten takelement
- Utmaningar med funktioner hos takelement
- Vad skulle man önska hos takelement
- Anses det att tillräckligt med information finns tillgängligt om takelement
- Skulle man vilja använda takelement i sitt nästa projekt

Vid presentation av enkätsvaren förekom intressanta diskussioner som sammanfattas i detta kapitel.

Efter presentation av enkätundersökningen genomfördes gruppdiskussioner för att för att samla in information, kunskap och erfarenheter hos de medverkande. Gruppdeltagarna delades in i tre olika diskussionsgrupper där varje grupp diskuterade varsitt ämne:

- Hur minskar vi osäkerheter för anslutningar mellan element
- Hur minskar vi osäkerheter för anslutningar mellan element och övrig byggnad
- Hur minskar vi osäkerheter för infästningar, genomföringar i takelement

För dessa punkter diskuterades fuktsäkerhet och lufttätthet med avseende på material, produkt, montage och eventuellt övriga kategorier. Deltagarna fick en tabell att fylla i gällande dessa punkter.

6.2 Resultat workshop

Detta avsnitt presenterar vad som diskuterades och presenterades under workshopen. Notera att detta är en sammanställning över workshopdeltagarnas åsikter.

Enkätundersökning diskussion

Resultaten från enkätundersökningen stämde väl överens med de erfarenheter och upplevelser som de deltagande på workshopen hade. Vid diskussion av svaren från enkätundersökningen var det tydligt att det anses finnas både möjligheter och risker med att använda takelement.

Något som lyftes som en kritisk punkt var gränssnitt mellan de olika inblandade disciplinerna i ett projekt. Inte sällan råder det brist i kommunikation mellan discipliner och olika led i

projektprocessen vilket kan leda till oklarheter om vem som ansvarar för vad, detta gäller både på ritningar och vid utförande på byggarbetsplatsen. Detta visar sig ofta vid anslutningar. Det kan handla om att det inte ser ut som förväntat när man kommer och skall göra sin del på byggarbetsplatsen. Även utifrån brand är det av vikt att det ser ut som man tänkt sig. Att tydliggöra på ritningar hur gränssnitt mellan olika projektörer går är något som lyfts som en förbättringsåtgärd.

I diskussionerna nämns att det blivit mer fokus på byggfysik och inomhusmiljö vid byggprojekt, det är ett större fokus på kvalitet. Man diskuterar också att det blivit ett tydligare fokus på miljö. Många byggnader skall idag miljöcertifieras och det är viktigt med material med låg koldioxidpåverkan och användandet av återvunnet material.

Utförandet och kontroller tillsammans med uteklimatet lyfts också som påverkande parametrar för att få till en bra byggnation.

Gruppdiskussioner – Hur kan osäkerheter gällande takelement minskas

I enkätundersökningens svar och i diskussionerna uppmärksammades det att det finns både möjligheter och osäkerheter gällande takelement. I grupper diskuterades det hur man kan minska dessa osäkerheter. Diskussioner från grupperna presenteras i tabell 4, 5 och 6.

Tabell 4: Diskussioner från workshop- Hur minska osäkerheter för takelement för anslutningar mellan element – Fuktsäkerhet/ lufttäthet

Hur minskar vi osäkerheter för anslutningar mellan takelement - Fuktsäkerhet/ Lufttäthet		
	Leverantör	Entreprenör
Produkt	Uppföljning - Viktigt med uppföljningar och provtagningar på produkterna. Förbättrade material - System behöver ses över så att de klarar variationer. - Antimögelbehandling anses tveksamt till att införa. Standardlösningar - Standardlösningar för ut och insida på ett element vore lämpligt. Tillräckligt robust produkt från början ger ett snabbare montage.	Uppföljning Fuktsensorer i element för att följa upp fukt i takelement föreslås. Visar hur montaget har fungerat och fungerar över tid.
Montage	Vatteninträngning - Rutin för att hantera vatteninträngning bör finnas. - Vissa anser att montera när det regnar kan kosta mer än att stanna upp produktionen och avvakta tills regnvädret stoppat. - Snabbt täta skarvar (översida). Att ha en reservplan om något inte går som man tänkt sig är lämpligt. - Vid montage av platsledningen på ett projekt och inte av takelementleverantörerna kan information och utbildning från takelementleverantören behövas för att få till ett bra montage. Noggranna arbetsanvisningar behövs från takelementleverantörerna. Information som är tillgängligt via olika typer av hjälpmedel är lämpligt. - Viktigt att det finns förståelse av konstruktionen och dess ingående material för att förstå hur produkten skall hanteras. Och för att få en bättre förståelse för vädrets påverkan vid montage. - Vissa anser att elementskarvar bör vara inom leverantörens ansvar.	Montageproblem - Montageproblem gällande fuktsäkerhet och lufttäthet hos tak anses i gruppdiskussionen som att det kan vara ett större problem vid andra typer av tak än vid användandet av takelement. Hantering - Sköts montaget av elementen rätt, diskuteras det i gruppen att man inte känner till så många skador som beror på skarvar mellan element.
Övrigt	Geometri Knepiga geometrier ger större utmaningar.	-

Tabell 5: Diskussioner från workshop- Hur minska osäkerheter för anslutningar mellan takelement och övriga bygghädelar – Fuktsäkerhet/ Lufttätthet

Hur minskar vi osäkerheter för anslutningar mellan takelement och övriga bygghädelar - Fuktsäkerhet/ Lufttätthet		
	Leverantör	Entreprenör
Produkt	Kommunikation/ information • Det anses svårare att montera mot stommar i betong då det oftare är ojämna upplag och därmed svårare att lufttäta anslutningen. Trästommar kan ibland främja för att få ett tätare resultat. Även stålstommar kan vara svårt att få diffusionstätt vid montaget. • Vid montage av element kan ett visst underlag förväntas. Exempelvis en diffusionstät stomme. Det är viktigt att denna information kommuniceras så att anpassat upplag finns då montaget skall ske. Material • Viktigt att förstå hur olika materialval fungerar. Olika leverantörer använder olika material och lösningar. • Olika länder kan ha olika krav på sina produkter, vad de behöver tåla och klara av.	-
Montage	Ansvarsfördelning • Vid överlämning mellan leverantör och entreprenör är viktigt att rätt information förs vidare. Exempelvis vid rutin för att hantera nederbörd under byggtid kan ibland tillfälliga takdukar användas, viktigt är då att dessa läggs tillbaka på plats vid arbete av annan entreprenör. Vädskyddande täckning återmonteras efter respektive entreprenör som gör ett arbetsmoment. • Vid montage ser vissa leverantörer att det finns önskemål från entreprenörer att montera själva. Vissa leverantörer anser att det då finns risk att kompetens saknas som annars skulle funnits hos montörer från elementleverantörerna, vilket kan leda till kvalitetsbrister. Vid montage av takelement är det många detaljer som skall sättas ihop på ett bra sätt. Skall entreprenören själva sköta montaget handlar det om att ha goda tillvägagångssätt för att kunna säkra upp ett kvalitetssäkert montage. • För vissa elementleverantörer tillåter man att kunden själv monterar elementen. Ofta erbjuds det att instruktör kan delta vid början av montaget. Detta anses av vissa tillåta en mer flexibel tidplan. Exempelvis om tidplanen skulle bli försenad eller liknande finns det ingen extern part som blir påverkad. Vilket i sin tur kan underlätta för planering av bemanning hos projektet.	Ansvarsfördelning • Flera entreprenörer är ofta inblandade vid montage av takelement. Viktigt att vara klar med vilka ansvarsgränser som råder. Detta är särskilt påtagligt vid anslutning mellan takelement och annan del av byggnad, mellan takelementen är det inte lika stort bekymmer. • Vid montage av kunden och inte takelement-leverantören anser vissa att det finns risk att kvalitetsaspekter tappas. Olika parter kan ha olika uppfattning om vad som är en lufttät konstruktion och därmed kan kvaliteten riskera att variera.

Hur minskar vi osäkerheter för anslutningar mellan takelement och övriga byggdelar - Fuktsäkerhet/ Lufttäthet		
	Leverantör	Entreprenör
Övrigt	Kommunikation/ Information • Interna kommunikationsproblem förekommer ibland. Viktigt är att ha klara anvisningar om exempelvis vad som skall vara klart när elementen kommer och skall monteras. Här sker ibland glapp i information mellan olika aktörer i projekten och mellan projektering och produktion. • Viktigt att skapa en bra och tydlig överlämning mellan inköp, projektering, leverantör och entreprenör. Exempelvis kan i vissa fall inköp fått information som behöver tas vidare till produktionen. I alla dessa led förs information fram och tillbaka för att få fram en bra produkt och montage. Inte sällan har information getts gällande viktiga faktorer men inte förts vidare i leden vilket i sin tur kan leda till problem eller missförstånd. • Viktigt att inköp tar del av teknisk information för att rätt produkt skall tillämpas på plats. • Viktigt att involvera leverantörer tidigt i processen. Det anses även viktigt att entreprenören mannar upp med teknisk kompetens tidigt i beslutsskedet för takelement, och inte enbart att kompetens finns inom inköp och juridik då beslut skall tas.	-

Tabell 6: Diskussioner från workshop- Hur minska osäkerheter för infästningar och genomföringar i takelement - Fuktsäkerhet/ Lufttäthet

Hur minskar vi osäkerheter infästningar och genomföringar i takelement - Fuktsäkerhet/ Lufttäthet		
	Leverantör	Entreprenör
Produkt	Infästningar och genomföringar • Typ av genomföring framgår inte alltid av underlagen. Kan genomföringar och infästningar göras i fabrik blir det ett säkrare montage. Det lyfts att det dock kan vara svårt att få med alla genomföringar i fabrik, exempelvis avluftare. Dessa komponenter nämns att i slutändan inte alltid hamnar där det är planerat och därmed är det svårt att i förväg göra dessa håltagningar. De genomföringar som planeras under projekteringen bör också kollas av med takelementleverantör gällande placering. Detta då det konstruktivt inte passar att placera genomföringarna överallt. • Generella lösningar kan tas fram men dessa kommer inte alltid att fungera. Ofta behöver platsanpassningar göras. • Solceller är infästningar som också behöver beaktas.	Genomföringar • Genomföringar är inte alltid projekterade. För dessa genomföringar som inte är projekterade saknas ofta en plan. Att få genomföringar som utförs på plats tätt i ett tidigt skede glöms ibland bort. • Brand ställer ibland krav på material vilket kan behöva tas hänsyn till. • Temperaturrelaterade företeelser kan förekomma, vilket kan leda till buktighet. Detta kan beaktas vid infästningsmetoder. • Vid tätning av håltagningar blir det ibland inte väl utfört. Förekommer att tätning utförs i fel skikt.
Montage	• För plåtarbete finns oklarheter gällande garantifrågor och ansvar. Vem står för garantin, plåtslagare eller leverantör. • Genomföringar som görs på plats lyfts som en utmaning.	Montageproblem • Drevning glöms ibland bort.
Övrigt	Håltagningar • Uppfattning råder om att det blir fler och fler genomföringar i projekt. Elektriska anslutningar glöms ofta bort i projekteringen, och det blir tillkommande håltagningar.	Hantering • Anvisningar om hur entreprenören skall hantera takelementen och ingående arbetsmoment bör finnas.

7. SLUTSATSER

Denna studie har visat på att det finns äldre undersökningar som visar generellt på för- och nackdelar med takelement. Det finns dock begränsad mängd objektiv litteratur som stödjer användare av takelement. Användare är istället lämnade till att kravställa på leverantörers dokumentation för att kunna göra en adekvat bedömning i respektive fall. Vidare har kommunikation och gränsdragning mellan olika aktörer identifierats som speciellt viktigt för att få kvalitetssäkrade takkonstruktioner. Branschen har i detta projekt visat en positiv inställning till användandet av takelement. Dock har det också uppmärksammats osäkerheter som gör att takelement ibland väljs bort.

För att minska osäkerheterna med att använda takelement samt för att underlätta för användandet av takelement har två hjälpdokument tagits fram, *Framgångsfaktorer för att använda takelement*, samt *Takelement- information och dokumentation*, se avsnitt 7.2 respektive 7.3. Dessa sammanställningar har satts samman baserat på den information som tagits fram i detta SBUF-projekt för att främja användningen av takelement.

7.1 Typer av takelement

På marknaden idag finns ett antal olika elementtillverkare med mer eller mindre omfattande tillverkning av takelement. Ett antal leverantörer är mer inriktade på takelement och har mer standardiserade element och mer information och dokumentation om sina produkter tillgängligt. Det finns också leverantörer som kan tillverka takelement på begäran utifrån projektspecifika handlingar, och ingen generell dokumentation. Takelementen varierar i uppbyggnad, vissa innehåller trä och andra inte. De flesta takelement på marknaden förekommer som oluftade enligt denna undersökning. Många takelementtyper har en hög flexibilitet och många olika tillval är möjliga, exempelvis olika takbeklädnader, olika ljudkrav och möjlighet till håltagningar eller fabriksmonterade takluckor. Ett fåtal typer av takelement har idag någon form av kvalitetsmärkning. Tillgången på tillgänglig information om takelement finns i varierande grad på leverantörers hemsidor men kan i vissa fall bli tillgängligt vid efterfrågan.

7.2 Framgångsfaktorer för att använda takelement i projekt

Utifrån omvärldsbevakning, enkätundersökning och workshop har ett antal framgångsfaktorer lyfts fram för att gynna användning av takelement.

- Kommunikation och gränssnitt
 - Fundera över om takelement skulle passa in i det specifika projektet. Fundera på vilken typ av takelement som i så fall skulle kunna passa, gällande konstruktion, material och storlek. Beakta även utformning av byggarbetsplats. Byggarbetsplatsen behöver ha plats för lossning, lagring, montage.
 - Involvera takelementleverantören i ett tidigt skede.
 - Kontakta takelementleverantören om någon information anses fattas.
 - Tydlighet i gränssnitt mellan olika discipliner både på ritningar och på byggarbetsplatsen. Tydliga gränsdragningslistor bör finnas för att underlätta och undvika missförstånd.
 - Projektspecifika ritningar ökar förutsättningarna för ett genomtänkt montage och minskar risken för oförutsedda moment med lösningar som behöver göras på plats.
 - Ritningar på kritiska detaljer är viktigt för att bygga genomtänkta lösningar.
 - God kommunikation gällande vad som förväntas gällande upplag för takelement. Olika upplag kan vara svårare att montera mot än andra. Kommunika förutsättningarna till takelementleverantör och diskutera konsekvenserna och eventuella åtgärder som kan behövas.

- Håll kontinuerlig kontakt med takelementleverantör för att lösa eventuella problem.
- Vid överlämnande mellan takelementleverantör och entreprenör viktigt att rätt information förs vidare, beroende på vad takelementleverantören själva monterar och vad entreprenören gör.
- Montage
 - Ta reda på vilka tjänster takelementleverantören tillhandahåller, tag ställning till ifall det uppfyller vad du söker i ditt projekt. Viktigt att montage utförs av personer med rätt kompetens.
 - Om entreprenören själv skall montera takelementen krävs utbildning och tydliga arbetsbeskrivningar för hur montage och tätning skall ske från takelementleverantör. Lämpligtvis är en montageledare från takelementleverantören på plats i början för att få säkra upp arbetssätten. Att takelementleverantören själv monterar elementen anses vara den säkraste lösningen.
 - Viktigt är att montera med noggrannhet och följa de mått och toleranser som angetts för ett takmontage som skall stämma med måtten för till och med sista elementet.
 - Ta fram en hanteringsplan i början av projektet för hantering om något inte går som det är tänkt och ett läckage inträffar.
 - Genomföra uppföljningar, kontroller och provtagningar för att säkerställa att produkten fungerar över tid.
- Material
 - De håltagningar, genomföringar och infästningar som kan genomföras på fabrik är lämpligt att göra där. Vissa genomföringar är svåra att göra på fabrik då de inte sällan hamnar på annan plats än som var tänkt, exempelvis avluftare.
 - Kontakta takelementleverantör för att stämma av placering av genomföringar. Alla platser för genomföringar är inte lämpliga ur konstruktionssynpunkt.
 - Elementen behöver i alla skeden, transport, lagring, montage behandlas enligt en genomtänkt strategi. Skyddas mot nederbörd.
 - Viktigt att entreprenören förstår konstruktion och materialval fungerar hos takelementen för att kunna hantera dem på ett lämpligt sätt. Olika leverantörer använder olika lösningar och produkter.
 - Olika takelementleverantörer pratar om olika förhållningssätt till montage vid nederbörd. Det säkraste är att montera då det inte regnar för att undvika fuktproblem från inträngande vatten i den ofärdiga konstruktionen.
 - För att kunna följa upp eventuell påverkan av fukt i elementen föreslås att montera fuktsensorer. Stäm av lösning med takelementleverantör.
- Kvalitet och miljö
 - Många byggnader skall idag miljöcertifieras och användning av material med låg koldioxidpåverkan och användandet av återvunnet material ger mindre påverkan på miljön.
 - Undersök möjlighet av demonterbarhet och återanvändning av takelement.
 - Takelement behöver vara kvalitetssäkra. Det finns metoder och anvisningar hur man kan kvalitetssäkra sina element. Ett sätt är P-märkning från RISE.
 - Som användare av takelement behöver man produktinformation om takelementen. Dokumentation gällande produkttegenskaper eftersöks hos takelementleverantörerna för att underlätta vid val av takelement.
 - Information gällande tillåtna renoveringar i takelementen bör finnas, inklusive systemets begränsningar med avseende på renoveringar. Samt information gällande möjliga återanvändningar.

7.3 Takelement - information och dokumentation

Genom detta projekt har det uppmärksammats både osäkerheter och framgångsfaktorer gällande användandet av takelement. Utifrån det har i detta avsnitt en tabell satts samman vilken sammanfattar parametrar och faktorer som takelementleverantörer bör kunna redovisa för att underlätta och främja användandet av takelement.

Tabell 7: Parametrar och faktorer som takelementleverantörer bör kunna redovisa för att underlätta och främja användandet av takelement

Kategori	Parameter	Beskrivning
Projektering	Rekommenderat användningsområde (ex. skolor, kontor, bostäder, gröna tak mm)	Beskrivning av lämpliga byggnader för elementen.
Projektering	Möjliga tjänster	Redovisning av möjliga tjänster som kan tillhandahållas
		Konstruktionsansvar
		Teknisk support
		Projektering
		Tillverkning av takelement
		Transport
		Komplett montage
Projektering	Detaljritningar, kritiska detaljer	Montagestöd
		Redovisning detaljritningar av kritiska detaljer, inklusive tätningar (luft och fukt)
		Taknock
		Takfot
		Elementskarv
		Genomföringar
		Infästning taksäkerhet, solceller, snörasskydd, avvattnings (utvändigt)
		Infästning undertak (invändigt)
		Gröna tak (om aktuellt)
		Upplag av element
Projektering	Fuktsäkerhetsprojektering	Anslutning till andra byggdelen
		Dokumentation över kritiska fukttillstånd för ingående material.
Konstruktion (Bärighet, stabilitet)	Bärförmåga, stabilitet, hållbarhet hos elementen	Dokumentation över fuktsäkerhetsprojektering enligt BBR kap 6.5. Verifiering enligt kap 6.53.
		Infästning av element skarvar och upplag
		Bärförmåga med avseende på laster i brottsgränstillstånd
		Nedböjning i bruksgränstillstånd
		Påverkan bärighet vid sollast
Konstruktion (Bärighet, stabilitet)	Dimensioner inklusive toleranser	Egentyngd
		Redovisa längd, bredd, tjocklek, inklusive toleranser

Kategori	Parameter	Beskrivning
Konstruktion (Bärighet, stabilitet)	Temperaturbeständighet	Dokumenterade temperaturintervall för produkten för att bibehålla egenskaper
		Dokumenterade temperaturrörelser
Produktegenskaper	Materialsammansättning/ uppbyggnad	Redovisning av ingående material
Produktegenskaper	Livscykelanalys	Underlag till LCA för takelement
Produktegenskaper	Miljöegenskaper hos produkt	Redovisning av ev. miljö- eller hälsofarliga ämnen
Produktegenskaper	Miljöegenskaper hos produkt - miljömärkningar	Redovisning av certifikat från ev. miljömärkningar
Produktegenskaper	Avfallshantering/ återvinning	Finns dokumentation gällande hantering av uttjänt system, möjlighet till återbruk
Produktegenskaper	Brandegenskaper	Euroklass redovisat enligt SS- EN 13501-1:2019
Produktegenskaper	Värmegenomgångskoefficient	U-värde beräknat och redovisat enligt SS-EN 13789:2017
Produktegenskaper	Lufttäthet	Dokument över bedömd lufttäthet
		Redovisning över lufttätande skikt inklusive skarvar, anslutningar och genomföringar
Produktegenskaper	Ljudklass	Redovisad ljudisolering
Produktegenskaper	CE-märkning	Redovisad CE-märkning
Byggande	Hälsa och säkerhet	Vid ej ingående montage
		Redovisade monteringsanvisningar
		Riskbedömning och underlag till arbetsberedning för montage och lossning
Byggande	Fuktsäkerhet i produktion	Redovisning av strategi för fuktsäkerhet under transport (ex. täckning)
		Redovisning av strategi för fuktsäkerhet under montage (godtagbara väderförhållanden)
		Instruktioner för hantering av fuktskadat element (Metodbeskrivning)
Drift och underhåll	Drift och underhållsinstruktioner	Underlag till drift- och underhållsplan
		Avgränsningar för ombyggnad (Är det exempelvis möjligt att byta takfönster)
Drift och underhåll	Livslängd och utbytbarhet (Teknisk och Estetisk)	Dokumenterad livslängd för elementet
Drift och underhåll	Garantitid	Dokumentation över garantitid

FORTSATT ARBETE

Ett fortsatt arbete föreslås inom noggrannare studier gällande byggnadsfysikaliska aspekter hos olika typer av takelement gällande exempelvis fukt, värmeledning, ljud och brand. En detaljstudie gällande olika leverantörers uppbyggnader, materialsammansättningar och tätningar föreslås. En tydligare och mer detaljerad kravspecifikation skulle då kunna tas fram.

Även framtagande av principdetaljer eller kravställning för fogar och anslutningar föreslås också.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Arfvidsson, J., Harderup, L.-E., & Samuelsson, I. (2017). *Fukthandbok*. Lund: Svensk byggtjänst.
- Boverket. (2008). *Industriellt bostadsbyggande*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2012). *CE-märk nu*. Boverket. Hämtat från <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2012/ce-mark-nu.pdf>
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2020). *Boverkets byggregler (2011:6)- Föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4*. Boverket.
- Boverket byggkostnadsforum. (2008). *Industriellt bostadsbyggande- Koncept och processer*. Karlskrona: Boverket byggkostnadsforum.
- Christensen, D. (2007). *Prefabricerade eller platsbyggda tak*. Karlstad: Karlstads universitet.
- Fahlén, E., Sidenmark, J., Löfås, P., & Cuusumano, L. (2017). *Design for deconstruction*. SBUF.
- Fröjdfeldt, I., & Leijon, A. (2008). *Prefabricerade byggelement*. Gävle: Högskolan i Gävle.
- RISE. (2012). *P-märkning av byggprodukter*. RISE.
- Rise. (den 06 04 2021). *Rise*. Hämtat från Rise: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/tjanster/eta-europeisk-teknisk-bedomning>
- Rosvall, A. (2010). *Prefabricerat tak för flerbostadhus- Förslag till utformning*. Lund: Lunds universitet.
- Svenskt trä. (den 08 10 2020). *Träguiden*. Hämtat från Träguiden: <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/ljud/>
- Winnberg, D., & Hedby, T. (2006). *Jämförelse av taksektioner*. Jönköping: Ingenjörshögskolan .

BILAGA 1- ENKÄTUNDERSÖKNING

Enkätfrågor

Enkätundersökningen bestod av följande frågor:

1. Vad är din arbetsroll
 - a. Byggherre
 - b. Entreprenör
 - c. Projektör
 - d. Skadeutredare
 - e. Fuksakkunnig
 - f. Brandsakkunnig
 - g. Ljudsakkunnig
 - h. Inköpare
 - i. Övrigt
2. Får vi kontakta dig för eventuellt kompletterande frågor, i så fall ange e-post
3. Har du erfarenhet av takelement?
 - a. Ja, jag har använt det i projekt
 - b. Ja, jag har ett intresse för takelement
 - c. Nej
 - d. Vet ej
4. Vilka utmaningar ser du med takelement?
 - a. Bristfällig flexibilitet hos elementen
 - b. Elementskarvar
 - c. Leveranstid
 - d. Materialsammansättning
 - e. Genomföringar genom element
 - f. Arbetsmiljö vid montage
 - g. Anslutning till andra byggdelar
 - h. Begränsning av dimensioner (exempelvis korta spännvidder)
 - i. Risk för skador av element under byggskedet
 - j. Beslut om element görs i sent skede
 - k. Otillräckligt med information från leverantör
 - l. Vet ej
 - m. Övrigt
5. Vilka utmaningar ser du med takelement gällande funktioner hos takelement? (Kryssa i de största utmaningarna- kryssa i max tre svar)
 - a. Estetik
 - b. Fukt
 - c. Underhåll
 - d. Ljud
 - e. Framtida ombyggnader
 - f. Brand
 - g. Värmeisolerande egenskaper
 - h. Hållfasthet
 - i. Vet ej
 - j. Övrigt
6. Vilka fördelar ser du med takelement? (Kryssa i de största fördelarna- kryssa i max tre svar)
 - a. Snabbt tätt tak
 - b. Lägre kostnad
 - c. Bättre kvalitet

- d. Bättre arbetsmiljö
 - e. Lägre klimatpåverkan
 - f. Vet ej
 - g. Övrigt
7. Vad skulle du önska av ett takelement?
- a. Kundanpassade lösningar
 - b. Snabb och enkel tätning av skarvar
 - c. Färdigt invändigt ytskikt
 - d. Färdigt utvändigt ytskikt
 - e. Färdiga genomföringar (ex ventilationshuvar) från fabrik
 - f. Stora elementsektioner
 - g. Heltäckande produktgaranti från leverantör, dvs inklusive montage
 - h. Förprojekterade lösningar för genomföringar på plats
 - i. Förprojekterade lösningar för intilliggande byggdelar
 - j. Lösningar med god arbetsmiljö
 - k. Sensorer för mätning av fukttillstånd i elementen
 - l. Lätta element
 - m. Vet ej
 - n. Övrigt
8. Vad skulle du önska av ett takelement gällande funktioner? (Kryssa i de största önskemålen- kryssa i max tre svar)
- a. Långa spännvidder
 - b. Brandkrav högre än EI30
 - c. Ljudkrav
 - d. Alternativ utan organiskt material
 - e. Möjlighet till hög lufttäthet
 - f. Låg klimatpåverkan
 - g. Projekterat för återanvändning
 - h. Vet ej
 - i. Övrigt
9. Om du använt takelement, varför använde ni det?
10. Om du använt takelement, anser du att det funnits tillräckligt med information om takelement tillgängligt? Om inte, ange vad du saknat.
11. Vilka anser du vara de optimala förutsättningarna för att använda takelement? (Gällande exempelvis projektförutsättningar, utformning av byggnad)?
12. Skulle du rekommendera andra att bygga med takelement/ skulle du vilja göra det i ditt nästa projekt? Ange Ja/ Nej samt motivera ditt svar.