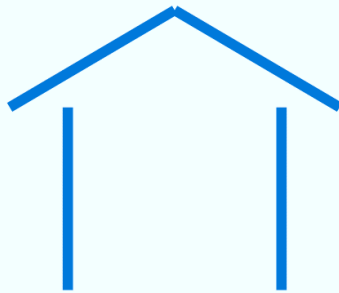


# VÄDERSKYDD

*En lathund för entreprenören*

Heltäckande väderskydd bestående av:

- Ett tak:
  - Byggnadens färdiga, eller ett **temporärt väderskydd**, samt
- Väggar:
  - Byggnadens färdiga fasad, eller **intäckta sidor**



Regnskydd,  
Vindskydd,  
Avvattning,  
Luftcirkulation...

**Emma Brycke, Linda Martinsson**

**2018-12-21**

# FÖRORD

Skanska Sverige AB har drivit detta projekt med namn ”Väderskydd- En lathund för entreprenören”. Genom detta projekt skall insteget till att använda väderskydd för olika stomsystem förenklas. Lämpliga typer av väderskydd har tagits fram för utvalda byggnadstyper. Projektets finansär är SBUF (Svenska Byggbranschens utvecklingsfond) vilket vi är mycket tacksamma för.

Projektets arbetsgrupp har utgjorts av representanter för Skanska Sverige, NCC Sverige, Peab, Wästbygg och Sveriges Byggindustrier. Skanska har varit projektledare genom Linda Martinsson och Emma Brycke (bitr. projektledare) samt huvudförfattare till rapporten. Arbetsgruppen har bestått av följande personer:

Pär Åhman	Sveriges Byggindustrier
Rolf Jonsson	Wästbygg
Fredrik Gränne, Anders Ljungberg	NCC Sverige
Benjamin Löfdahl, Mikael Nordlander	Skanska Sverige/Inköp
Mattias Gunnarsson	Peab
Linda Martinsson, Emma Brycke, Elin Hiller	Skanska Sverige/Teknik
Ola Landqvist	BoKlok

Dessutom har följande personer, som representerar trästomsystem och väderskyddssystem, samt Rise och ett parallellt SBUF-projekt, deltagit som referensgrupp i projektet och bidragit med underlag och värdefulla synpunkter på arbetet i workshopparna, svar på enkäter och andra frågor.

Henrik Lundstedt	HEAB Byggställning
Anders Widman	Xervon
Mattias Dahlgren	Tekniska Byggnadsställningar
Tobias Hansson	Stenungsunds hamntjänst
Håkan Karlsson	STIB (Ställningsentreprenörerna)
Bo Swenson	Hallbyggarna Jonsered
Jimmy Möllebro	Haki
Per Hammar, Joel Sandman	Layher
Fredrik Ahlborg	PlusEight
Jacob Maintz	SiteCover
Nicklas Sandler	Ramirent Safe Access
Anita Dedic, Stefan Olsson	Peri
Mikael Lindberg	Stora Enso
Terje Strand	Woodcon
Michael Billing	Moelven Limträ
Anders Carlsson	Derome
Andrea Nyberg	A-hus
Daniel Wilded	Martinsons
Ola Landqvist	BoKlok
Lars Olsson, Thorbjörn Gustavsson	Rise
Samt representanter från FoU Väst, Sveriges Byggindustrier	

Vi vill rikta ett stort tack till alla deltagare i projektet som medverkat i workshop, svarat på frågor och bidragit med sina olika kompetenser och kunskapsområden.

December 2018

# SAMMANFATTNING

Vi ser idag en ökande trend att bygga i trä. I det moderna träbyggandet måste vi kunna säkerställa att fukt- och inomhusmiljöproblem inte uppstår i våra byggnader, liksom att de uppfyller BBR-kravet på att fukttillståndet i en byggnadsdel inte får överskrida de högsta tillåtna fukttillstånden för de material och produkter som ingår.

Vi har i detta SBUF-projekt valt att undersöka en stor och möjlig proaktiv åtgärd för att förhindra att fuktproblem uppstår vid träbyggande i större skala, nämligen att bygga med väderskydd. I detta projekt vill vi se vilka väderskyddssystem som kan passa till vilka av dagens trästom- och montagesystem, undersöka kostnadseffektiviteten samt vilka andra nyttor eller nackdelar som ett heltäckande väderskydd kan innebära. Undersökningen begränsas till de vanligaste byggsystemen för större byggnader i trä; volymmoduler, pelar-balksystem och massivträsystem. Endast heltäckande väderskydd avses i detta projekt. Lösningar som avser väderskydd av enskilda komponenter eller detaljer studeras inte. Heltäckande väderskydd definieras i detta projekt som bestående av ett tak, vilket kan vara byggnadens färdiga eller ett temporärt väderskydd, och väggar, vilka utgörs av byggnadens färdiga fasad eller intäckta sidor.

Risken om fukt känsliga material, som trä, utsätts för fukt är i förlängningen mikrobiell påväxt och i värsta fall även röta och hållfasthetsproblem. Med väderskydd kan vi proaktivt undvika onödig uppfuktning och därmed risk för skador med skadehantering och svåra uttorkningssituationer som följd.

Projektet har, genom att sammanföra ett stort antal väderskyddstillverkare-/entreprenörer och leverantörer samt stomtillverkare-/leverantörer och –entreprenörer, givit större insikt i hur väderskyddssystemen fungerar och vilka olika typer som finns, hur de nya stomsystemen i trä fungerar och hur de olika stomsystemen och väderskyddssystemen kan samverka i produktion.

För en kostnadseffektiv, kvalitetssäker och produktionsstödjande utformning av väderskydd måste lösningen projekteras från tidigt skede i projektet, tillsammans med utformning av byggnad och val av byggsystem. Kompetenserna från både beställare, entreprenör, stomleverantör och väderskyddsleverantör behöver involveras, och dimensioneringen göras av rätt kompetens. Väderskyddssystem för nybyggnad är mer komplicerat än väderskydd för befintliga hus. Det finns dock väderskyddssystem och lösningar på marknaden idag som passar till de studerade trästomsystemen.

Väderskyddet kan förbättra förutsättningarna för en rationell produktion om det projekteras för att stödja processer som stomresning, logistik och materialhantering. Användandet av väderskydd skapar även förutsättningar för att öka industrialiseringen av byggande i trä. Väderskyddet innebär en tillkommande kostnad, men kan även innebära avgående kostnader, säkrare kvalitetsstyrning med minskad riskkostnad i projektet för uppföljning och hantering av fuktrisker, samt andra nyttor som förutsättningar för förbättrad arbetsmiljö och produktivitet. Beroende på stomsystem, prefabriceringsgrad och projektspecifika förutsättningar är olika väderskyddssystem mer lämpliga i olika fall. En lathund har skapats för att illustrera vilka alternativ som kan passa i olika fall, och på så vis minska istället till att använda väderskydd för entreprenörer i byggbranschen.

Det är viktigt att redan i kalkylen ta hänsyn till de fördelar som väderskyddet kan ge, exempelvis; bättre arbetsmiljö, kortare genomförandetider, minskat behov av uttorkning, minskad mängd materialspill, möjlighet till ökad industrialisering och inte minst kontrollerade förutsättningar för kvalitetssäkring. Med väderskydd reduceras riskerna och skadorna orsakade av fukt från nederbörd. I den våg av träbyggande vi har framför oss ser vi heltäckande väderskydd som en möjlig lösning för att styra så de träbyggnader som uppförs idag och i framtiden byggs på bästa sätt för att skapa hälsosamma och långlivade byggnader.

# INNEHÅLL

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1 BAKGRUND .....	5
1.2 MÅL OCH SYFTE .....	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR OCH DEFINITIONER.....	6
1.4 LÄSANVISNINGAR .....	6
<b>2. GENOMFÖRANDE</b> .....	<b>7</b>
2.1 LITTERATURSTUDIE OCH MARKNADSGENOMGÅNG .....	7
2.2 WORKSHOPPAR MED BRANSCHAKTÖRER .....	7
2.3 MÖJLIGA TYPER AV VÄDERSKYDD TILL UTVALDA STOMSYSTEM.....	7
2.4 SLUTSEMINARIUM .....	7
<b>3. BAKOMLIGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR TILL VÄDERSKYDD</b> .....	<b>8</b>
3.1 TRÄ OCH FUKT .....	8
3.1.1 <i>Fukttransport i trä</i> .....	8
3.1.2 <i>Risk för skador</i> .....	10
3.1.3 <i>Risk för skador – Sprickor</i> .....	11
3.2 BYGGREGLER OM FUKTSÄKERHET I PRODUKTIONSSKEDE .....	11
3.2.1 <i>Nordisk utblick gällande byggregler</i> .....	12
3.3 KVALITETSSTRATEGIER FÖR ATT ARBETA MED TRÄSTOMMAR.....	14
3.3.1 <i>Proaktiv och reaktiv strategi</i> .....	14
3.4 ATT ANVÄNDA VÄDERSKYDD .....	16
3.4.1 <i>Erfarenheter av väderskydd – möjlighet till rationell produktion</i> .....	16
Produktivitet och kvalitet .....	16
Materialutveckling och materialval.....	17
Hjälpmiddelsutveckling och hjälpmedelsval .....	17
Personal, arbetsmiljö, arbetsorganisation.....	17
Materialadministration, inköp.....	17
3.5 VÄDERSKYDD I NYPRODUKTION.....	18
3.5.1 <i>Olika system för väderskydd</i> .....	18
Olika omfattande system för väderskydd.....	18
Hjälpmedel.....	19
Vindförankring .....	19
3.5.2 <i>Studerade väderskyddssystem</i> .....	23
3.6 MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR FÖR VÄDERSKYDD.....	33
3.6.1 <i>Placering i landet och årstid</i> .....	33
3.6.2 <i>Snölaster</i> .....	34
3.6.3 <i>Vindbegränsningar</i> .....	34
3.6.4 <i>Utrymme</i> .....	35
3.6.5 <i>Markbegränsningar</i> .....	35
3.6.6 <i>Max höjd</i> .....	35
3.6.7 <i>Max spännvidd</i> .....	36
3.6.8 <i>Traversmöjligheter</i> .....	36
3.7 KOSTNADER OCH KOSTNADSEFFEKTIVITET .....	37
3.7.1 <i>Modeller för att kostnadssätta mjuka faktorer</i> .....	37
3.7.2 <i>Bättre produktionsmiljö, effektivare byggprocess, lägre kostnader</i> .....	40
3.7.3 <i>Kostnad/nyttoanalys</i> .....	41

<b>4. ARBETE I PROJEKTET</b> .....	<b>42</b>
4.1 DE TRE STOMSYSTEMEN .....	42
4.2 FAKTAINSAMLING FRÅN PROJEKTGRUPPEN.....	43
4.2.1 <i>Typfall för stomsystemen</i> .....	44
<b>VOLYMMODULER</b> .....	44
<b>PELAR-BALKSYSTEM</b> .....	44
<b>MASSIVTRÄSYSTEM</b> .....	44
4.2.2 <i>Alternativa väderskyddssystem</i> .....	45
4.3 WORKSHOP 1 .....	45
4.3.1 <i>Genomförande workshop 1</i> .....	45
4.3.2 <i>Resultat</i> .....	45
4.4 WORKSHOP 2 .....	46
4.4.1 <i>Genomförande workshop 2</i> .....	46
4.4.2 <i>Resultat</i> .....	47
4.5 SLUTSEMINARIUM .....	48
4.5.1 <i>Diskussioner</i> .....	48
4.5.2 <i>Presentation av SBUF-projekt 13458</i> .....	48
<b>5. FÖRENKLA INSTEGET TILL VÄDERSKYDD</b> .....	<b>50</b>
5.1 POTENTIAL TILL RATIONELL PRODUKTION I TRÄ .....	50
5.1.1 <i>Välja lämpligt väderskyddssystem till olika stomsystem</i> .....	51
5.1.2 <i>Involvera rätt kompetens</i> .....	52
5.2 KOSTNADSEFFEKTIVITET.....	53
5.3 LATHUND FÖR VAL AV VÄDERSKYDDSSYSTEM .....	53
<b>6. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER</b> .....	<b>55</b>
6.1 FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER.....	56
<b>7. LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>57</b>
<b>BILAGA A</b> .....	<b>59</b>
<b>BILAGA B</b> .....	<b>60</b>

# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Vi ser idag en ökande trend att bygga i trä. Ett ökat byggande med stommar i trä har flera möjliga fördelar. Materialet trä har en låg klimatpåverkan och är en förnyelsebar, inhemsk resurs. Den svenska trä- och byggindustrin kan skapa många arbetstillfällen i Sverige när även byggmaterialen produceras lokalt. Dessutom har 2000-talets tekniska utveckling inom träbyggnadsområdet gett upphov till nya konstruktionssystem med kapacitet för högre hus och snabbare produktion jämfört med de tidigare träregelstommarna, såsom volymmoduler, massivtråelement (även kallat KL-trä eller CLT) och pelar-balksystem. På byggarbetsplatsen finns med dessa system möjliga vinster i produktivitet, ergonomi och arbetsmiljö jämfört stommar i stål och betong.

I Sverige har trästommar varit tillåtna i högre hus sen BBR 1994 (Boverket, 1993), men det svenska träbyggandet i stor skala led ett nederlag i bl.a. Hammarby Sjöstad i början av 2000-talet, där byggdelar som utsattes för fukt i byggskedet gav upphov till påväxt- och inomhusproblem i de färdiga bostäderna. Som ett resultat av detta uppdaterades de svenska byggreglerna med hårdare krav på fuktsäkerhet i produktion och drift (Boverket, 2006). Därefter har även den svenska branschstandarden ByggaF för systematisk hantering av fuktsäkerheten genom alla olika skeden i ett byggprojekt tagits fram (SBUF-projekt 11337, 2007). Parallellt blev lösningar med trä och andra organiska material allt mer ovanliga i större byggnader som byggdes utan väderskydd. Svensk byggbransch gick mot att använda fuktmässigt robusta material som betong och stål istället för trä i våta faser av byggandet, i alla fall i de byggnader som var för stora eller för dyra att väderskydda.

Nu när pendeln har vänt och träbyggande åter är på uppgång i branschen är det viktigt att se till att vi inte upprepar felet från 2000-talets första decennium. I det moderna träbyggandet måste vi kunna säkerställa att fukt- och inomhusmiljöproblem inte uppstår i våra byggnader, liksom att de uppfyller BBR-kravet på att fukttillståndet i en byggnadsdel inte får överskrida de högsta tillåtna fukttillstånden för de material och produkter som ingår.

Vi har i detta SBUF-projekt valt att undersöka en stor och möjlig proaktiv åtgärd för att förhindra att fuktproblem uppstår i trä, nämligen att bygga med väderskydd. Till skillnad från reaktiva åtgärder (som omfattande kontrollprogram, mätning, forcerad uttorkning vid överskridna gränsvärden och sanering av uppkomna skador) under byggskedet är syftet med väderskydd att styra mot rätt kvalitet till en förutsägbar kostnad. Samtidigt ser vi att många trästommar nu byggs med en reaktiv approach utan heltäckande väderskydd, med bara lokala skydd av byggdelar eller av anslutningar, eller helt oskyddat.

I detta projekt vill vi se vilka väderskyddssystem som kan passa till vilka av dagens trästom- och montagesystem, undersöka kostnadseffektiviteten samt vilka andra nyttor eller nackdelar som ett heltäckande väderskydd kan innebära. Det verkar idag inte finnas någon sammanhållen syn från leverantörer av trästommar om när och hur väderskydd behövs, och leverantörer av väderskydd känner inte säkert till de nya byggsystemen. Att väderskydda en stomme under uppförande är också en mer komplicerad fråga än att väderskydda en färdig byggnad. Bland entreprenörer behöver kunskapen om olika typer av väderskydd, vilka alternativ som passar de nya stomtyperna och generellt hur väderskyddet kan användas som kvalitetsstyrande åtgärd utvecklas. Uppfattningar som att väderskydd främst är en tillkommande kostnad och krånglar till byggandet behöver adresseras.

## 1.2 Mål och syfte

Syftet med detta SBUF-projekt är att förenkla insteget till att använda väderskydd. Detta genom att sammanställa vilka typer av väderskydd som kan vara lämpliga vid några olika utvalda byggnadstyper, vilken potential till rationell produktion samt möjlig kostnadsbild valen innebär. Hänsyn tas till exempelvis geometri, stomval och montage metod.

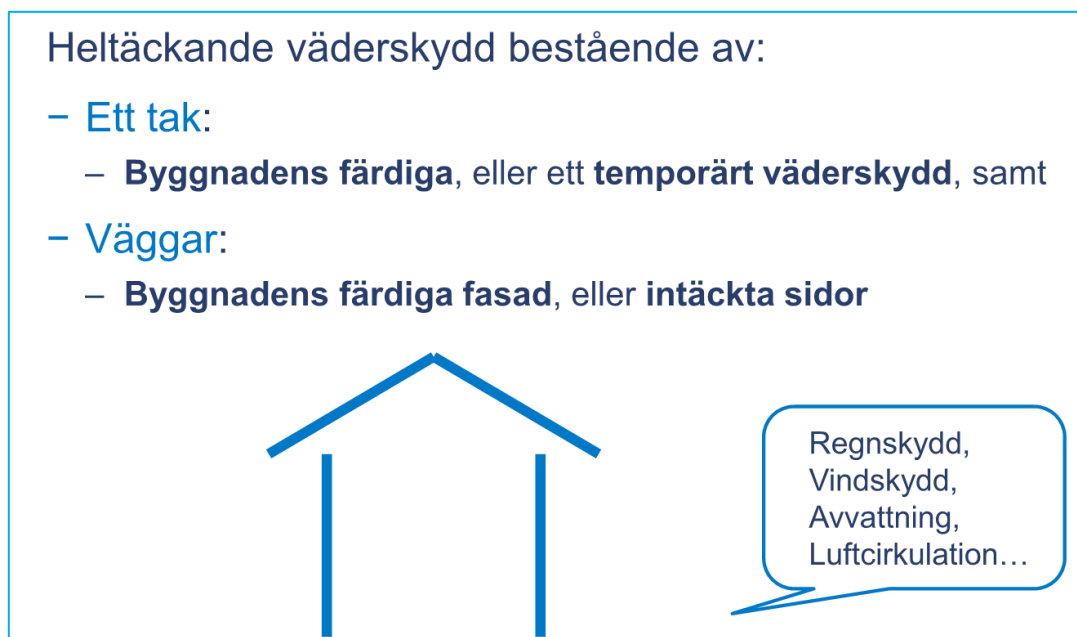
## 1.3 Avgränsningar och definitioner

Undersökningen begränsas till några typer av stomlösningar för nyproduktion. Projektet kommer att studera väderskydd för de vanligaste byggsystemen för större byggnader i trä;

1. Volymmoduler,
2. Pelar-balk-system
3. Massivträ (även kallat KL-trä eller CLT)

Endast heltäckande väderskydd avses i detta projekt. Lösningar som avser väderskydd av enskilda komponenter eller detaljer studeras inte. Heltäckande väderskydd definieras i detta projekt som bestående av:

- Ett tak: Byggnadens färdiga, eller ett temporärt väderskydd, samt
- Väggar: Byggnadens färdiga fasad, eller intäckta sidor.



Figur 1 Definition av heltäckande väderskydd i detta projekt. Från workshopen 2018-05-22.

## 1.4 Läsanvisningar

Denna rapport börjar med att ge en inledning till projektet i kap 1-2. Därefter följer kapitel 3 vilket presenterar *Bakomliggande förutsättningar till väderskydd*. Därefter följer kapitel 4 *Arbete i projektet* vilket går igenom de aktiviteter som genomförts i projektet och dess resultat. Sedan följer kapitel 5, *Förenkla insteget till väderskydd*, detta kapitel presenterar bedömningar av potential till rationell produktion i trä, att välja lämpligt väderskyddssystem, kostnadsbedömningar samt vilka väderskydd som kan vara lämpade för vart och ett av de tre utvalda stomsystemen. I kapitel 6 presenteras projektets slutsatser, därefter följer kapitel 7 med litteraturförteckning och till sist två bilagor.

## 2. GENOMFÖRANDE

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

### 2.1 Litteraturstudie och marknadsgenomgång

Som inledning till detta SBUF-projekt har en litteraturstudie genomförts, med genomgång av tidigare SBUF-projekt inom ämnet att bygga med trä samt att använda väderskydd. Dessutom har en undersökning av vilka väderskydd som finns på marknaden idag genomförts, detta genom att studera litteratur och genom kontakt med ett antal större väderskydds-leverantörer/- tillverkare och -entreprenörer.

Då projektet bland annat syftade till att ta fram lämpliga väderskydd för tre olika stomsystem gjordes en bedömning av hur dessa tre aktuella stomsystem i allmänhet är uppbyggda. Denna information användes till att skapa en gemensam bild för projektet gällande de tre aktuella stomsystemen.

### 2.2 Workshoppar med branschaktörer

För att ta del av branschens erfarenhet av väderskydd har två workshoppar genomförts. Den första workshoppens syftade till att belysa vilka parametrar och funktioner som är viktiga för byggande med väderskydd ur entreprenörsperspektiv. Även tidigare erfarenheter av risker och möjligheter berördes. Deltagare vid detta tillfälle var arbetsgruppen i projektet. Vid andra tillfället deltog arbetsgruppen tillsammans med referensgruppen i form av stomtillverkare/-leverantörer och entreprenörer, väderskyddstillverkare/-leverantörer och -entreprenörer. Denna workshop tjänade till att komma upp med relevanta lösningar för väderskyddssystem till de utvalda byggsystemen.

### 2.3 Möjliga typer av väderskydd till utvalda stomsystem

I detta steg har vi belyst hur ett väderskydd kan fungera, vad det ger för nytta samt vilka olika kostnader som val av väderskydd innebär. En enkät skickades ut till väderskyddsleverantörer och entreprenörer, som då fick ge sina förslag på passande lösningar för de tre typfallen/stomsystemen samt svara på tillhörande frågor för aktuellt system.

En matris har sedan upprättats vilken kan användas i tidiga skeden för att ge en insyn i lämpliga väderskyddssystem för olika stomval.

### 2.4 Slutseminarium

Vid detta tillfälle samlades hela projektet inklusive entreprenörer, stomtillverkare/-leverantörer och väderskyddstillverkare/-leverantörer samt representanter från Rise för att diskutera projektet och för att kvalitetssäkra och förankra resultaten.



### 3. BAKOMLIGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR TILL VÄDERSKYDD

Detta kapitel presenterar en bakgrund till användande av väderskydd ur kvalitetsperspektiv och olika kvalitetsstrategier, dess möjligheter och begränsningar samt kostnader och nyttor.

I kapitlet görs en litteraturgenomgång om träbyggnad med hänsyn till fukt för att öka förståelsen för hur fukt kan påverka trä. Denna litteraturstudie är till mestadels baserad på information från Svenskt trä. I kapitlet presenteras även ett avsnitt om kvalitetsstrategier för att arbeta med trästommar. Detta kapitel baseras på litteraturstudien gällande trä och fukt tillsammans med erfarenheter och information som framkommit under projektets gång. Därefter följer en sammanställning över tidigare SBUF-projekts erfarenheter av att använda väderskydd tillsammans med en presentation över olika system av väderskydd. De olika systemen baseras på de väderskydd som varit aktuella i denna studie, och informationen är grundad på tidigare utgivna SBUF-projekt inom ämnet tillsammans med erfarenheter och kunskap insamlad under projektets gång. Till sist följer ett avsnitt om möjligheter och begränsningar för väderskydd tillsammans med ett avsnitt om kostnader och kostnadseffektivitet, vilka grundar sig på samtal med väderskyddsleverantörer-/entreprenörer-/tillverkare tillsammans med litteraturstudier av tidigare SBUF-projekt.

#### 3.1 Trä och fukt

Att bygga med trä har en lång tradition i Sverige och från 2000-talet har andelen trähus ökat. Trä är det enda förnybara byggmaterialet och genom att öka andelen trä i byggandet kan användningen av andra byggmaterial minska (Svenskt trä, Trä i byggprocessen, 2018).

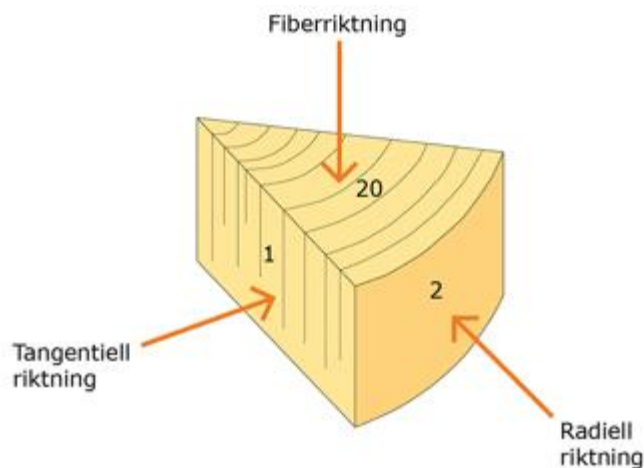
Trä är ett byggmaterial som är hygroskopiskt vilket innebär att det strävar efter att komma i jämvikt med omgivningens klimat, luftens fuktighet och temperaturen. Trä riskerar vid byggnation även att utsättas för andra typer av fuktkällor, exempelvis nederbörd, markfukt eller att virket placerats i kontakt med blöt betong. Ytfuktkvoten är avgörande när det gäller mikrobiell tillväxt och har även inverkan för vidhäftning vid målning. Därför är det viktigt att kontrollera denna innan inbyggnad. Trästyckets inre delar påverkas dock normalt inte vid kortvarig uppfuktning. Ytfuktkvoten får enligt Svenskt trä därför vara högst 18 procent före inbyggnad (Svenskt trä, Trä och fukt, 2018). Kritiska områden för fuktinträning är i anliggningsytor mellan olika virkestycken, under syllen och vid ändträtor. Svenskt trä skriver särskilt att en produktionsprocess då fukt inte ges möjlighet att tränga in i syll och ändträ på regler är alltid den bästa lösningen (Svenskt trä, Trä i byggprocessen, 2018).

Det finns flera olika sätt att bygga med trä, skillnader mellan olika byggnadssätt är framförallt förtillverkningsgraden. Svenskt trä skriver att *”Kopplingen mellan förtillverkningsgrad, byggtid, fuktkvot i materialet och behov av klimatskydd är viktigt att förstå, både i valet av trämaterial och i valet av produktionsmetod”* (Svenskt trä, Trä är ett hållbart byggmaterial, 2018). Kraven sägs också ha ökat gällande *”att ingen fuktpåverkan får ske under monteringskedets öppen-tid, det vill säga den tid som konstruktionen är oskyddad mot nederbörd”* (Svenskt trä, Trä är ett hållbart byggmaterial, 2018). Svenskt trä menar att för högre byggnader behövs skyddsåtgärder under byggtiden. Svenskt trä skriver vidare att *”För enstaka hus kan bra väderförutsättningar vara tillräckligt men för kontinuerlig professionell verksamhet krävs någon typ av väderskydd så att fukt inte byggs in”*. (Svenskt trä, Trä i byggprocessen, 2018).

##### 3.1.1 Fuktttransport i trä

Trä kan suga upp vatten i cellväggen tills det blir mättat med vatten i alla hålrum. Svenskt trä skriver att motsvarande fuktkvot kallas för fibermättnadspunkten, och ligger kring 25-30% fuktkvot beroende på träslag. Virke som utsätts för fritt vatten kan suga upp vatten kapillärt vid fuktkvoter över fibermättnadspunkten. Uppfuktning och uttorkning över fibermättnadspunkten leder till

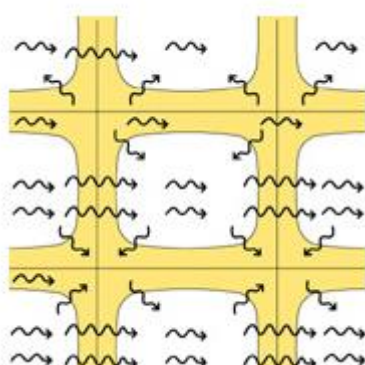
volymförändringar i träet, det sväller eller krymper med ändrad fuktkvot (Svenskt trä, 2018).  
 Upptagningen av vatten kapillärt sker olika fort i olika riktningar av träet. I fiberriktningen sker upptagningen betydligt fortare än i den tangentiella riktningen, upptagningen sker ca 20 gånger snabbare i fiberriktningen än i den tangentiella riktningen (Svenskt trä, Fuktktransport och fuktupptagning, 2018). Se Figur 2.



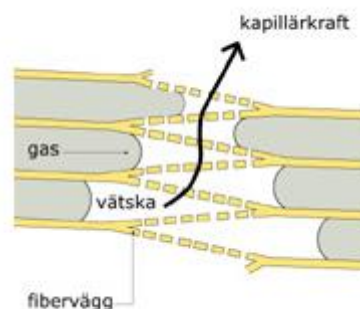
**Figur 2: Illustration över proportioner mellan vattenupptagning i olika riktningar.  
 Källa: Svenskt trä- Fuktktransport och fuktupptagning**

Då fukttransporten är snabb i fiberriktningen är det särskilt viktigt att hindra ändträ från att ta upp fukt. Svenskt trä ger exempel på att detta kan uppnås genom konstruktivt fuktskydd eller med fuktavvisande behandling.

Vid tillstånd under fibermättnadspunkten sker istället fukttransporten genom diffusion. Denna fuktförändring sker långsamt och ju lägre fuktkvoten är desto långsammare är förloppet, vilket innebär att både uppfuktning och uttorkning sker långsammare.



**Figur 3: Diffusion i trä, källa: Svenskt trä**



**Figur 4: Vätsketransport i trä, källa: Svenskt trä**

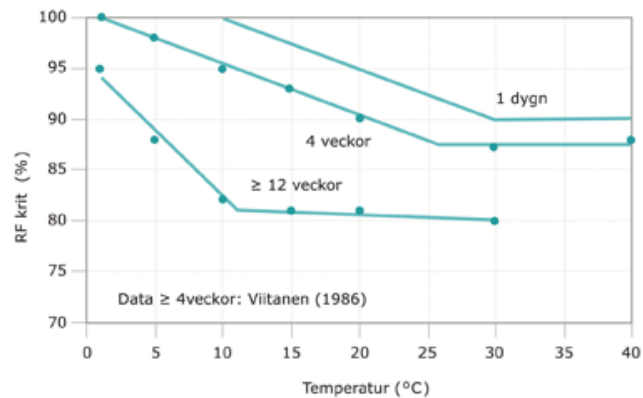
### 3.1.2 Risk för skador

Trämateriale kan vid vissa samverkande fukt- och temperaturförhållanden angripas av mikroorganismer såsom mikrobiell påväxt, och vid vissa förhållanden kan trämaterial även angripas av röta. Risken för sådana skador beskrivs i detta avsnitt. Beständigheten mot mikroorganismer skiljer sig mellan olika träslag och olika sorters ved (Träguiden Mikroorganismer, 2018).

De svenska byggreglernas utgångspunkt är att ”Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, elak lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell växt som kan påverka människors hälsa” (Boverket, 2018, s. 95).

#### Mikrobiell påväxt

Med bakgrund av Figur 5 hämtad från boken *Fukt- byggvägledning 9* kan man dra slutsatser om att om risken för påväxt ska hållas inom kontroll får inte kombinationen av fuktigheten i materialet, temperaturen och tiden för exponering överskrida kritiska värden. Slutsatser kan även dras gällande om trä ska kunna exponeras för fukt och torka ut utan att problem med påväxt uppstår får alltså inte tiden för uttorkning bli för lång eller temperaturen för hög, se **Fel! Hittar inte referenskölla..**



**Figur 5: Samband mellan fukt tillstånd, temperatur och tid för mikrobiell påväxt. Ju fuktigare och varmare, desto kortare tid klarar träet sig innan påväxt uppstår. Bild från *Fukt- byggvägledning 9* Lars-Olof Nilsson (2015)**

Svenskt trä anger gränsvärden på över 75% RF och en temperatur mellan -5 och +55 °C som villkor för tillväxt av mikrobiell påväxt. Vid 20-30 °C sker tillväxten som snabbast. Påväxten växer på virkets yta och därmed är ytfuktkvoten en betydande parameter. 75% RF i omgivande miljö kan enligt Svenskt trä motsvara en fuktkvot eller ytfuktkvot på c:a 15% i virke vid +20 °C. Under rätt förhållanden kan en förhöjd ytfuktkvot inom bara ett par dagar ge upphov till omfattande påväxt (Träguiden Mikroorganismer, 2018). Enligt Fukthandboken förekommer mikrobiell påväxt på ytorna av ett material, där det använder lättassimilerade näringsämnen för tillväxt och producerar luftburna sporer. Mikrobiell påväxt förändrar inte virkets hållfasthet men ge upphov till missfärgningar och besvärande lukt. Påväxten kan också medföra allergier. Även annan överkänslighet kan ofta hänföras till sporer i inomhusluften (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

#### Blånadssvampar

Blånadssvampar kan utvecklas vid en fuktkvot i träet på över 30 % och växer såväl på som in i virket. De orsakar inga hållfasthetsförändringar i virket men kan öka virkets permeabilitet och på så vis kan virkets vattenupptagningsförmåga ökas. Detta tros kunna vara en igångsättning för röta. Virket skall skyddas mot nederbörd och markfukt för att undvika att angripas av blånad. Virke som blivit fuktigt skall ges möjlighet att snabbt torka ut (Träguiden Mikroorganismer, 2018).

#### Rötsvampar

Rötsvampar behöver ha tillgång till fukt för att kunna etablera sig. Det finns olika typer av rötsvampar som ter sig på olika sätt och de kan etablera sig vid olika fukt tillstånd, men generellt gäller att fuktkvoten behöver vara mer än 20% (över 90% omgivande RF vid +20 °C) för att en rötskada skall kunna uppstå. Rötan har förmåga att bryta ned vedstrukturen vilket gör att virkets hållfasthet snabbt försämras, vilket i förlängningen kan leda till allvarliga konstruktiva skador och

ev ras. För att undvika röta bör byggnadskonstruktioner ges ett konstruktivt träskydd, d.v.s. att genom utformningen av konstruktionen skydda träet från skadliga fukt- och temperaturförhållanden. Virkets fuktkvot får endast kortvarigt överstiga 20% (Träguiden Mikroorganismer, 2018).

### **Bakterier**

Då virket är i direkt kontakt med mark och vatten kan bakterier också angripa och bryta ned ved. Det finns även bakterier som ökar permeabiliteten hos virket. Starkt luktalstrande bakterier finns också vilka lättare angriper vid nedsmutsat virke (Träguiden Mikroorganismer, 2018).

### **3.1.3 Risk för skador – Sprickor**

Då fukthalt och relativ fuktighet ändras sväller och krymper de flesta porösa material. Detta kan leda till sprickbildning, välvning och skevhet (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017). Med stora och snabba svängningar i fukttillstånd, t.ex. en vattenläcka som följs av forcerad uttorkning, är risken för sprickor större. Beroende på sprickornas djup, längd och läge kan de ha påverkan på bärförmågan eller främst vara ett estetiskt problem. Detta får avgöras från fall till fall. Sprucket trä eller anslutningar som krymper och torkar isär kan även påverka tätheten i en träkonstruktion. Sprickor som vatten kan ta sig in i kan också tänkas ge mer möjliga ytor där påväxt kan ske.

## **3.2 Byggregler om fuktsäkerhet i produktionskedje**

Svenska Boverkets Byggregler BBR avsnitt 6:51 fastslår alltså att *Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa* (Boverket, 2018, s. 95). BBR definierar vidare att *”Högsta tillåtna fukttillstånd är den övre gräns där fukt inte kan förväntas orsaka skador som påverkar hygien eller hälsa”* (Boverket, 2018, s. 96).

Fuktsäkerhetsmässigt ger väderskydd förutsättningar för att tekniskt säkerställa kvaliteten och undvika kostsamma skador och badwill från sjuka hus, genom att förhindra uppfuktning och på så vis att fuktskador uppstår. Enligt gällande svensk lagstiftning (Grundförfattning BFS 2011:6 BBR18 med ändringar t.o.m. BFS 2018:4 BBR26) får inte fuktskador som kan påverka människors hälsa kunna uppstå i byggnaden. Detta kräver ett medvetet arbete av aktörer i projektering och produktion för att kraven ska uppnås. Den relativa fuktigheten (RF) i alla material ska hållas under kritisk fuktnivå ( $RF_{krit}$ ) under hela byggnadens livslängd. För material och byggprodukter som inte har ett angivet  $RF_{krit}$  ska 75 % användas som gränsvärde (Boverket, 2018). Det kräver fuktsäkerhetsprojektering, men också en fuktsäker produktion så inte fukt eller skador finns i huset från början (Norling Mjörnell, 2007).

BBR rekommenderar fuktsäkerhetsprojektering och branschstandarderna ByggaF som vägledning till hur fuktsäkerheten ska verifieras och kvaliteten styras genom byggprojektets alla skeden. I det allmänna rådet i avsnitt 6:51 står också att *”Byggnader, byggprodukter och byggmaterial bör under byggtiden skyddas mot fukt och mot smuts. Kontroll av att material inte har fuktskadats under byggtiden bör ske genom besiktningar, mätningar eller analyser som dokumenteras”*.

Det svenska allmänna gränsvärdet  $RF_{krit}$  kan även ersättas av ett annat värde om ett sådant finns undersökt för en produkt. Det innebär att om inte annat anges från tillverkaren är 75% RF den kritiska gräns som gäller för t.ex. en trästomme. Om en leverantör däremot kan visa att deras byggdelar har ett högre  $RF_{krit}$  kan stommen projekteras för och tillåtas ha ett högre RF än 75%, vilket kan minska omfattningen av vilka fuktsäkerhetsåtgärder som behöver göras i projektering och produktion.

### 3.2.1 Nordisk utblick gällande byggregler

Svenska byggregler skiljer sig från exempelvis de norska genom att sitt starkare fokus på byggtiden. I norska Byggteknisk forskrift TEK17, kap 13 Inneklima och helse, vägledningen till §13-9 *Generelle krav om fukt* står visserligen att

*”1. Fuktomfintlige produkter til byggverk må holdes tørre under lagring, transport og i byggefasen.  
2. Materialer, produkter og bygningsdeler må tåle den fuktpåkjenningen de kan forventes å bli utsatt for, uten å gi skader eller negative konsekvenser for inneklimaet”* (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)

men regeln fokuserar främst på färdig byggnad och att uttorkning ska kunna ske. Regeln §13-14 om *Byggfukt* sätter gränsvärdet för fukttillstånd till inbyggnadstillfället: *”Produkter og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging eller forsegling at det ikke oppstår problemer med soppdannelse, nedbrytning av organiske materialer eller økt avgassing”* (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Det allmänna svenska gränsvärdet för kritiskt fukttillstånd för olika material (75% RF) är också hårdare än den inbyggnadsfuktkvot på 20% som rekommenderas som kritiskt värde för trävirke (om det har möjlighet till fortsatt uttorkning i driftfasen) i de norska reglerna. Se vägledningen till bestämmelsen, Preaksepterte ytelser (Figur 6). I Sverige används som jämförelse ofta 16% som max inbyggnadsfuktkvot i trä (motsvarande 75% omgivande RF, beroende på temperatur).

#### VI Fukt, våtrom og rom med vanninstallasjoner

##### § 13-14. Byggfukt

Produkter og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging eller forsegling at det ikke oppstår problemer med soppdannelse, nedbrytning av organiske materialer eller økt avgassing.

#### Veiledning til bestemmelsen

Uttørring kan ta lang tid. Dette gjelder særlig ensidig uttørring av betong. Fukttinnholdet må måles for å kunne dokumentere at kravet er oppfylt.

#### Preaksepterte ytelser

1. Produkter og konstruksjoner må tørkes ut, slik at fukttinnholdet i materialene kommer under kritisk verdi.
2. For å unngå soppangrep på trevirke, må trevirke inneholde mindre enn 20 vektprosent fukt.
3. I konstruksjoner med lav uttørringsevne (for eksempel konstruksjoner mot terreng) må fukttinnholdet i trevirket være lavere enn 15 vektprosent fukt før innbygging.
4. Fuktnivået må være under kritisk verdi for den aktuelle materialkombinasjonen, for å unngå nedbrytning av myknere i PVC-belegg i kombinasjon med lim eller avrettingsmasser.

**Figur 6** Norska byggreglerna TEK17 fokuserar på uttorkning av byggfukt och inbyggnadsfuktkvot i trä, inte proaktiva åtgärder som väderskydd under byggtid (Veiledning til bestemmelsen § 13-14. Byggfukt)

De danska byggreglerna har däremot ett stort fokus på fukthantering i byggskedet där heltäckande väderskydd till och med tas upp som en möjlig lösning. Bestämmelsen i Byggningsreglementet 2018 (BR18), kap. 7, § 165, säger att *” Ved utførelse af byggearbejder skal der træffes de foranstaltninger, som af hensyn til klimatiske forhold, såsom sne, regn og kulde, er nødvendige for at beskytte fugtfølsomme materialer, og så det sikres, at der ikke indbygges fugt i bygningen under opførelsen.”* (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2018). Se Figur 7.

I vägledningen till stycket 5.0 Hensyn til klimatiske forhold står det bl.a. att *” I forhold til at sikre, at våde fugtfølsomme materialer samt materialer og bygningsdele med skimmelsvamp ikke indbygges i opførelsesperioden, kan dette for eksempel ske ved opførelse under total inddækning og hensigtsmæssig opbevaring af byggematerialer. En hensigtsmæssig kvalitetssikringsprocedure er også af stor betydning i denne sammenhæng”*. Ett av fyra möjliga sätt att uppfylla kraven som föreslås är att byggherren gör en kostnads/nyttoanalys av heltäckande väderskydd före upphandling, och om det är

lönsamt eller om fuktriskerna annars är för stora, föreskriver detta för produktionsskedet. Dansk Teknologisk Institut har också arbetat fram en excelmodell för hur kostnads-/nyttanalyser kan göras, anpassat till danska förhållanden och arbetslagstiftning (Teknologisk Institut, 2018).

**Hensyn til klimatiske forhold**

Det fremgår af bygningsreglementet 2018, kap. 7, § 165, at ved udførelse af byggearbejder skal der træffes de foranstaltninger, som af hensyn til klimatiske forhold, såsom sne, regn og kulde, er nødvendige for at beskytte fugtfølsomme materialer, og så det sikres, at der ikke indbygges fugt i bygningen under opførelsen.

I forhold til at sikre, at våde fugtfølsomme materialer samt materialer og bygningsdele med skimmelsvamp ikke indbygges i opførelsesperioden, kan dette for eksempel ske ved opførelse under total inddækning og hensigtsmæssig opbevaring af byggematerialer. En hensigtsmæssig kvalitetssikringsprocedure er også af stor betydning i denne sammenhæng. Der henvises til bekendtgørelse om bygge- og anlægsarbejder i perioden 1. november til 31. marts (vinterbekendtgørelsen). Kravet kan f.eks. opfyldes ved:

- At der i planlægnings- og projekteringsfasen fokuseres på at undgå materialer og byggetekniske løsninger, der er unødigt fugtfølsomme.
- At der i bygherrens udbuds- og tidsplan eksplicit skal afsættes tid til den nødvendige udtørring af byggematerialer og -konstruktioner.
- At bygherren, hvis muligt inden udbuddet, foretager en cost-benefit analyse af totalinddækning af byggeriet under opførelsen og foreskriver totalinddækning, hvor det er økonomisk fordelagtigt, eller hvor der i udbudsmaterialet er foreskrevet særligt fugtfølsomme materialer eller byggetekniske løsninger.
- At bygherren ved udbud i fagentrepriser for- anstalter fælles faciliteter til opbevaring af fugtfølsomme materialer.

**Figur 7: Danska byggreglerna BR18. Exempel på rekommendation att göra kostnadsanalys för heltäckande väderskydd för att uppfylla kraven på fuktsäkerhet under byggtid (Bygningsreglementets vejledning om byggepladsen og udførelsen af byggearbejder, pkt 5.0)**

Sammanfattningsvis kan konstateras att byggreglerna med avseende på fukt i byggskedet skiljer sig åt mellan de tre nordiska länderna, trots delvis likartat klimat. Därmed kan man inte heller slentrianmässigt bygga på samma sätt i Sverige, Norge och Danmark, eftersom reglerna och därmed förutsättningarna är olika.

### 3.3 Kvalitetsstrategier för att arbeta med trästommar

Baserat på information i avsnitten om risker för skador kan även trä som utsätts för viss fukt klara sig utan skador, under förutsättning att det inte handlar om varaktig fuktbelastning. Hur länge träet kan klara en fuktbelastning beror också på temperaturen. Fukt behöver inte leda till skador, förutsatt att den torkar snabbt och temperaturen inte blir för hög. Det är dock viktigt att träet inte kapillärt kan suga upp vatten genom t.ex. ändträ, eftersom det är en snabb fukttransport som kan ge en stor uppfuktning på kort tid. Vatten får heller inte ha möjlighet att tränga in i springor och anslutningar och stängas in där fuktigheten kan bestå över tid, eller bli stående på horisontella ytor.

För att säkerställa att redan uppfuktat trä inte leder till risk för skador behövs *reaktiva åtgärder*, för att snabbt få ner fuktbelastningen under risknivåerna. Den andra möjligheten är att *arbeta proaktivt* med en aktiv produktionsstyrning med avseende på kvalitet som istället förhindrar att träet drabbas av uppfuktning. Vädskydd är då en möjlighet för att skapa kontrollerbara förhållanden. Båda strategierna här beskrivits med avseende på fukt och träbyggnad, men kan även användas i andra sammanhang.

#### 3.3.1 Proaktiv och reaktiv strategi

Enligt 6.53 i BBR26 gäller att ”*Fukttillståndet i en byggnadsdel ska inte överskrida de högsta tillåtna fukttillstånden för de material och produkter som ingår i byggnadsdelen. Detta gäller inte om det saknar betydelse för hygien och hälsa*” (Boverket, 2018).

En *reaktiv strategi* för kvalitetsstyrning kan hantera begränsade fukttillskott inom en tillräckligt kort tid för att skador inte ska hinna uppstå. Strategin kan handla om metoder för vattenborttagning, inklusive kapacitet för extra bemanning/jour för att kunna rycka in vid kraftig nederbörd, även utanför arbetstid. Reaktiva arbetssätt kan även handla om behandling av träet, täckning och avtäckning av konstruktionen för att minska uppfuktningen såväl som att kunna bygga upp provisoriska torkkammare för att kunna utföra styrd torkning. En viss uppfuktning tillåts, men hanteras med denna typ av åtgärder. Även utökad fuktuppföljning såsom omfattande fuktronder och mätningar behövs. Fukthanteringen kan leda till att det blir en ökad tidsåtgång och ev förseningar i projektet. En styrd torkning innebär också en ökad energiåtgång och kostnader. Utöver kostnader för uppfuktning till nivåer som kan hanteras reaktivt behöver det även finnas en riskpott för akut-åtgärder vid eventuellt läckage eller behov av sanering.

En *proaktiv strategi* för kvalitetsstyrning innebär som sagt att förhindra att uppfuktning sker. Det skulle även proaktivt gå att resa en trästomme utan vädskydd under förutsättning att vädskyddet genast kan monteras/återmonteras efter varje arbetsdag. För en dag är väderleksprognoserna normalt så säkra att det går att säga om det kommer bli regn eller inte. Genom att styra montage till nederbördsfria dagar och avsluta varje arbetsdag med att sluta vädskyddet kan då stommen resas utan ev. konflikt med resning av vädskyddet men samtidigt ett begränsat risktagande mot fukt.

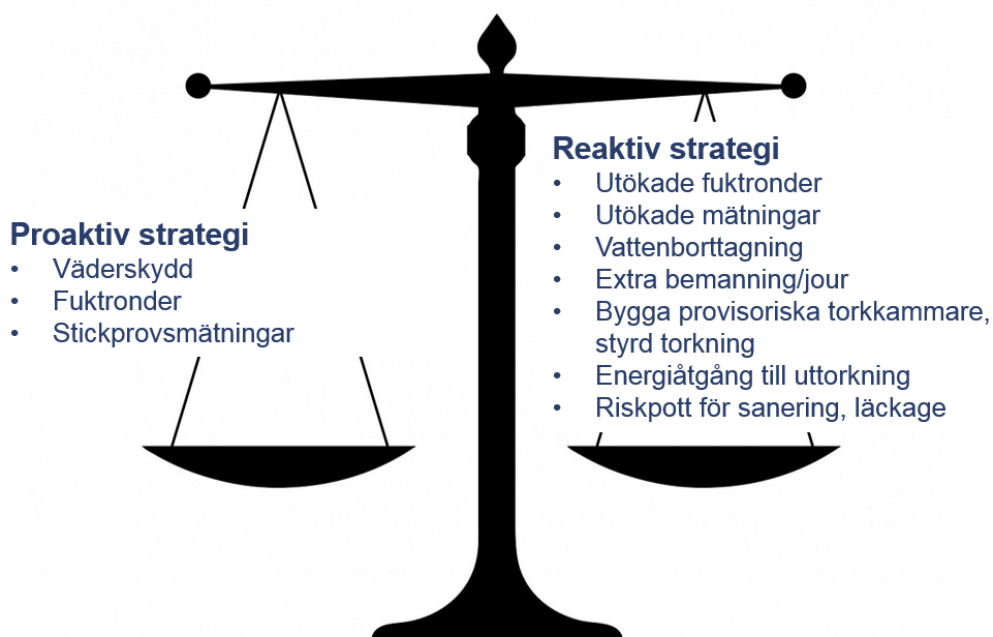
Olika stomsystem har dock olika förutsättningar för att kunna resas på denna begränsade tid. Volymmoduler innehar en hög prefabriceringsgrad och har därmed en snabb montageprocess. Pelarbalksystem och massivträsystem har mer begränsande möjligheter till att nå tätt hus på en dag. Det blir då avgörande att de kan monteras i så avgränsade etapper att vädskydd kan monteras efter varje dag, vilket kan vara praktiskt svårt om resningen tar tid och montage av vädskyddet då kan komma i konflikt med montage av stommen.

Prefabriceringsgraden påverkar även möjligheterna till att tillåta en begränsad mängd fukt. Då sammansatta, mer prefabricerade stommar används finns ingen möjlighet att tillåta uppfuktning utan risk för skada och kvarstående fukt mellan material. Med ledning av *Figur 5* och resonemanget

om mikrobiell påväxt i kapitel 3.1 kan fuktigt trä vid ogynnsamma förhållanden angripas av påväxt inom något dygn. Skulle den gränsen tillämpas i praktiken är ett dygn den längsta tid som trä i en byggnad kan tillåtas vara fuktigt. Byggs utan väderskydd, med ett reaktivt arbetssätt, skulle i så fall kunna fungera under förutsättning att vatten inte kan tränga in och bli stående i springor och liknande, och styrd torkning kan sättas in som åtgärd så att byggnaden kan torkas kontrollerat tills nästa dag. Det innebär dock ett risktagande, vi vet inte hur mycket nederbörd som kan komma. Det omöjliggör även prefabricerade konstruktioner eller en direkt start av invändiga arbeten i trästommen, eftersom sammansatta material och konstruktioner i så fall kan riskera att fuktas upp. Vatten i sammansatta konstruktioner har normalt mycket svårt att torka ut utan risk för skador. Därför krävs normalt rivning och sanering av sådana uppfuktade delar. Dessutom innebär det reaktiva arbetssättet tillkommande kostnader i form av väderberedskap, uttorkning och ett utökat behov av mätning och kontroll av att uppfuktningen inte leder till skador. Detta är alternativkostnader som blir betydligt högre om inte väderskydd används.

Vad gäller hur fuktigt det får bli behöver vi i Sverige förhålla oss till kraven på RFkrit, om det så är det generella 75% RF eller ett annat värde som gäller för den aktuella trästommen. Högsta tillåtna fukttillstånd får inte överskridas enligt BBR. Beroende på var vi befinner oss varierar sannolikheten för kraftig nederbörd och dess påverkan. Nederbörden i form av snö kan variera mellan blötsnö och torrsnö och kan därmed medbringa varierande påverkan. Därmed kan möjlig tid för exponering av stommen och tidsspann för reaktiva åtgärder också variera något, men ett dygn har enligt ovan valts som en generell gräns.

Väderskydd kan alltså användas för att skapa kontrollerbara förhållanden. Vid användande av väderskydd behövs också en strategi för kvalitetsstyrning och uppföljning, en proaktiv strategi. Den kan omfatta fuktronder samt mätprover för att säkerställa fukttillståndet, men om stommen inte utsatts för vatten kan det ofta räcka med stickprovsmätning. Alltså behövs även vid användandet av väderskydd ett visst arbete för att säkerställa god kvalitet, dock är detta arbete inte lika omfattande och har inte en lika stor riskpott som de reaktiva strategierna har. Kostnaden för väderskyddet tillkommer i den proaktiva kvalitetsstrategin, men kostnadsposterna är totalt sett färre och mer förutsägbara i kalkylskedet (Figur 8).



Figur 8: Reaktiva och proaktiva strategier för kvalitetsstyrning.



### 3.4 Att använda väderskydd

Tidigare studier har visat att användande av väderskydd förutom att skydda byggnadskonstruktioner mot nederbörd även har fler fördelar, som exempelvis bättre arbetsmiljö, kortare genomförandetider, bättre uttorkning och minskad mängd materialspill (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

Detta avsnitt bygger framför allt vidare på följande SBUF-projekts studier av möjligheter och erfarenheter av att använda väderskydd;

- [SBUF 4062](#) Framtidens produktionsmiljö – Vägen till det väderoberoende byggandet (1996)
- [SBUF 7046](#) Framtidens produktionsmiljö – Vägen till industriellt platsbyggande (1999)
- [SBUF 11259](#) Väderskyddad produktion – Möjligheter och erfarenheter (2004)
- [SBUF 10103](#) Väderskyddande produktionsmiljö – Framtidens byggande (2006)
- [SBUF 11890](#) Framtidens platsbyggande – En förstudie (2008)

Bengt Larsson och Lars Söderlind har i SBUF-projektet Väderskyddad produktionsmiljö Framtidens Byggande följt ett antal projekt där väderskydd har använts. Erfarenheterna från detta projekt visade att fördelar som ovan med att använda väderskydd i de flesta fall tydligt överväger nackdelarna med att använda väderskydd. För att kunna utnyttja väderskyddets fulla potential är det dock viktigt att beslutet om väderskydd tas tidigt i projektet. Tas väderskydd in först senare under byggtiden kan inte alla fördelar nyttjas fullt ut (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

#### 3.4.1 Erfarenheter av väderskydd – möjlighet till rationell produktion

Att använda väderskydd innebär påverkan på fuktskyddet av konstruktion såväl som på arbetsmiljö som på produktionsprocessen. Det är också viktigt att skydda byggnadsmaterialet från fukt under transport och hantering av byggmaterial på arbetsplatsen för att inte bygga in fuktigt material. För stödja dessa processer behöver utformningen av väderskyddet projekteras från början, tillsammans med utformning av byggnad och val av byggsystem.

I tidigare SBUF-projekt om väderskydd har ett stort antal erfarenheter samlats in. I detta avsnitt presenteras ett urval av exempel på möjligheter med att använda väderskydd.

#### Produktivitet och kvalitet

De tidigare studierna visar att produktiviteten ökar med väderskydd.

- Kortare produktionstid, alla dagar kan nyttjas då arbetet inte behöver avbrytas för dåligt väder.
- Ökad produktiv tid då täckning och avtäckning av arbetsmaterial morgon och kväll kan undvikas.
- Kvaliteten på arbetet ökar då det blir färre fel.
- Möjlighet att starta byggprocessen oberoende av årstid.
- Möjligheter att fler yrkesgrupper kan vara verksamma på samma gång.
- Möjlighet att planera för kortare uttorkningstider.
- Möjlighet till flexibla förläggning av arbetstider över dygnet.
- Möjlighet till längre arbetstider och flerskift genom bättre förutsättningar för belysning och drift av arbetsplatsen under större del av dygnet
- Möjlighet att planera in kortare produktions- och etableringstider.
- Säkrare produktionsstyrning på grund av ökad kontrollerbarhet.
- Möjlighet att planera för mindre utrymmesbehov av mellanlager, utomhusutrymmen.

### Materialutveckling och materialval

- Minskat materialspill och bättre materialhantering på byggarbetsplatsen.
- Kvaliteten blir bättre eftersom mindre fukt belastar konstruktionerna.
- Ökade möjligheter att använda material som är väderkänsligt, på ett säkert sätt.

### Hjälpmedelsutveckling och hjälpmedelsval

- Möjlighet att öka användning av maskiner och hjälpmedel
- Möjlighet att installera bättre och mer permanenta system för el och belysning inne i väderskyddet
- Väderskyddet kan utformas så det stöder materialhanteringen och minskar behovet av mellanupplag och trucktid om material kan tas väderskyddat direkt in på ställningen eller i byggnaden. I så fall är det viktigt att planera ytor för upplag så de stöder flödena i tidplan och läge.
- Ger möjlighet att använda intäckningssystemet som fallskydd i vissa situationer.
- Kan montera in belysning och hyllor för arbetsredskap.
- Kan applicera lyfthjälpmedel, traverser i vissa väderskydd.

### Personal, arbetsmiljö, arbetsorganisation

Tidigare studier, där man studerat projekt som har använt sig av väderskydd, visar på att yrkesarbetare, arbetsledare och andra berörda personer menar att arbetsmiljö, trivsel och säkerhet förbättras i hög grad vid användandet av väderskydd (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006). Exempel på detta är:

- Torra och halkfria ytor ökar säkerheten
- Torrt byggmaterial är lättare att hantera
- Förbättrad arbetsmiljö. Minskad sjukfrånvaro i projekt med väderskydd
- Kan belägga byggnadsarbetarna mer jämt fördelade över året
- Möjlighet att hänga upp ljuddämpande bullerabsorbenter för att dämpa höga ljud
- Kan kontrollera luftflödena bättre vilket kan förbättra arbetsmiljön
- Möjlighet för lättare och bekvämare klädsel, inga behov av regnställ osv
- Kan dra el via väderskyddet eller ställningen vilket avlägsnar sladdar från gångar och arbetsytor.
- Bättre förutsättningar för arbetena ger också bättre förutsättningar för god kvalitet

### Materialadministration, inköp

- Möjlighet att beställa material med större framförhållning på grund av väderskyddade upplag och mindre spill.
- Ökade möjligheter att beställa material för just-in-time leveranser och lyfta upplag direkt på plats. Färre materialomflyttningar.
- Möjlighet att låsa igen arbetsplatsen på icke arbetstid

För en sammanställning av nyttor med väderskydd för beställare och utförare som identifierades i projektet *Väderskyddad produktion - möjligheter och erfarenheter* (SBUF 11259), se tabellen i Bilaga A.

### 3.5 Väderskydd i nyproduktion

Heltäckande väderskydd förekommer idag oftare i ombyggnad än i nyproduktion. Förutom att behoven kan skilja (befintliga konstruktioner måste väderskyddas, medan nyproduktion kan göras i mindre fuktkänsliga material och konstruktioner) så är även förutsättningarna för att bygga väderskydd ofta lättare i ombyggnad enligt erfarenhet insamlad under projektets gång.

När man vill använda heltäckande väderskydd på traditionell ställning i nyproduktion finns det inte någon färdig byggnad att fästa in ställning och väderskydd i. Bristen på förankringspunkter komplicerar väderskyddskonstruktionen. Under projektet har vi därför tittat på tre möjliga sätt att resa väderskyddet som ger lite olika förutsättningar för förankring;

1. **Väderskyddet reses till fullhöjd innan stommen börjar monteras.** Väderskyddet måste bära sig själv, vilket kräver omfattande vindstagning (se nästa avsnitt)
2. **Väderskyddet reses växelvis tillsammans med stommen.** Väderskyddets tak kan lyftas och ställningen höjas med varje våning som stommen byggs upp. I fallet med traditionell ställning kräver detta att det finns tid, krantid och utrymme för ställningsmontörerna att höja ställningen för varje våning stommen ska höjas.
3. **Stommen reses till fullhöjd och därefter monteras väderskyddet direkt.** Fungerar i de fall då stommen eller delar av stommen kan resas till fullhöjd på en dag, eftersom det är den maxtid vi satt för exponering utan väderskydd.

#### 3.5.1 Olika system för väderskydd

Idag finns olika typer av väderskydd på marknaden med olika möjligheter och begränsningar. Beroende på vilket stomsystem som skall byggas kan olika typer av väderskydd vara mer eller mindre lämpliga att använda.

##### Olika omfattande system för väderskydd

De system för väderskydd som har studerats i detta projekt har ett mycket stort spann i komplexitet. Grovt sett kan de delas in i tre nivåer;

1. Det finns stora tätlösningar där inte bara byggnaden utan hela byggarbetsplatsen täcks in.
2. Det finns även alternativ där det temporära heltäckande väderskyddet byggs upp av ett horisontellt väderskydd ("tak") och ett vertikalt väderskydd ("väggar") som i första hand täcker själva byggnaden. För denna lösning kan det horisontella väderskyddet göras antingen fast eller öppningsbart.
3. För byggsystem med hög prefabriceringsgrad som volymmoduler kan fasad eller tak vara färdiga, eller färdigställas, direkt vid montage. Om t.ex. ett modulsystem får tät fasad på en arbetsdag räcker det med ett horisontellt väderskydd som ett provisoriskt "tak" för att få ett heltäckande väderskydd. Är tre fasader av fyra klara kan den fjärde täckas provisoriskt till nästa dag då montaget fortsätter, så att väderskyddet blir komplett. Provisoriska täckningar bör dock inte heller bli mer långvariga än en dag, eftersom de riskerar att dölja läckage och stänga inne fukt.



Figur 9: Travers i väderskydd, källa: Träguiden

### Hjälpmedel

Användning av väderskydd möjliggör ibland även hjälpmedel som i annat fall inte varit tillämplbara i samma utsträckning.

- I vissa väderskydd kan en travers monteras i väderskyddets bärande konstruktion. Nyttan begränsas av hur stor last det är möjligt att belasta traversen med, och den bör helst kunna klara den tyngsta elementvikten hos stomsystemet så hela stommontaget kan ske med traversen. Kan travers användas i väderskyddet och ersätta behovet av extern kran kan merkostnaden för traversen täckas av en besparing i krankostnad och ev. grundläggning för kran.
- El och fast belysning kan monteras inne i väderskyddet. Belysningen och ljusspridningen kan bli mycket god vilket kan vara särskilt användbart vid tidiga morgnar och eftermiddagar under vinterhalvåret då tiden för dagsljuset är som kortast.
- Uppvärmning. Med utformning av väderskydd med t.ex. isolerande eller dubbla dukar som tillåter uppvärmning skapas möjligheten att jobba i ett uppvärmt klimat trots att man vistas utomhus. Detta skapar bättre arbetsmiljö för de som jobbar på platsen speciellt under kalla klimat eller årstider. Det ger även möjlighet att utföra arbete som kräver högre temperaturer än utomhusluften. Även utan uppvärmning blir klimatet mer gynnsamt att arbeta i när regn och vind stängs ute.
- Buller. Absorbenter för buller kan hängas upp samt montage av ljudskärmar vilket reducerar potentiella bullerstörningar (Moström, Asplund, & Samuelson, 1999)

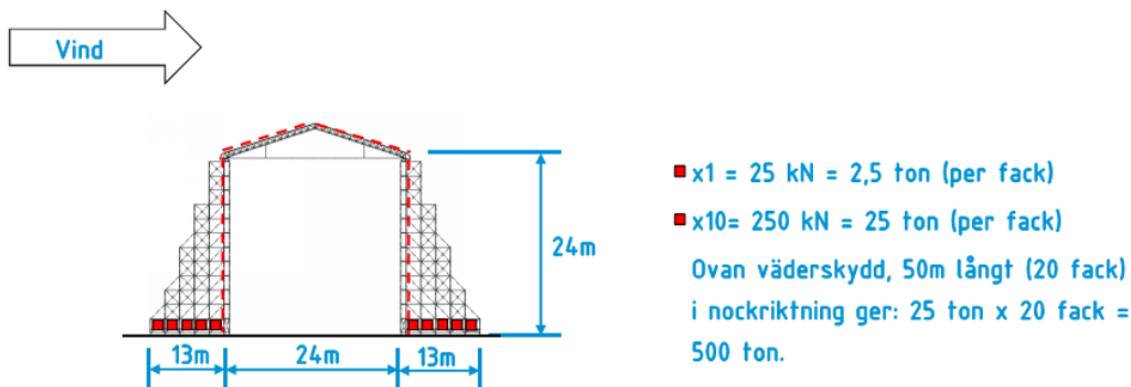
### Vindförankring

Väderskydd kan, som tidigare nämnts, behöva vindstabiliseras på olika sätt beroende på om det finns en stomme att förankra ställningen i eller om väderskyddet behöver bära sina vindlaster självt.

Vindlastnedtagningen för väderskyddet dimensioneras av väderskyddsleverantören. Det är viktigt att detta görs tidigt i projektet tillsammans med övrig projektering och produktionsplanering för att kunna hitta en lösning som fungerar ihop med stommontaget och inte tar onödiga ytor i anspråk.

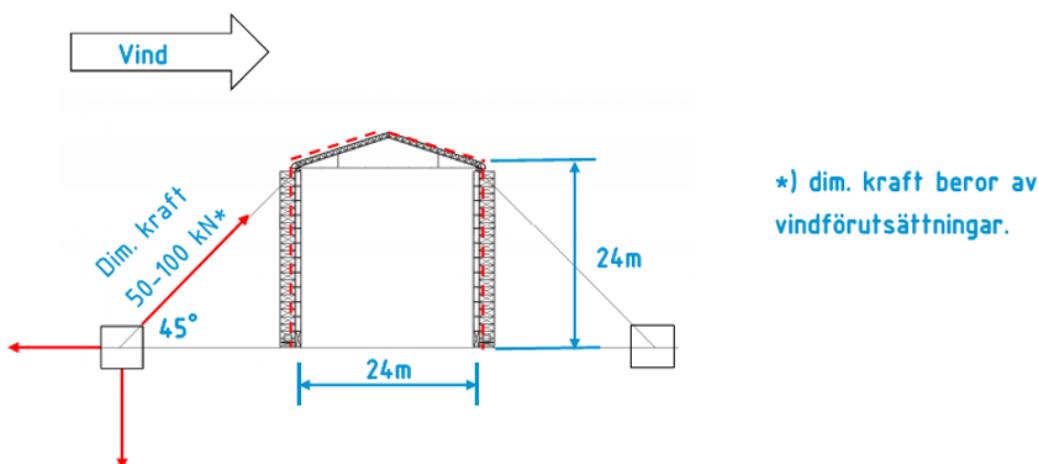
En traditionell intäckt ställning, som byggs till fullhöjd innan stommontaget startar, kräver antingen vindstabiliserande stödkonstruktioner längs sidorna eller stag som förankrar väderskyddet i mark. De vindstabiliserande konstruktionerna kräver mycket utrymme, och det är därför inte alltid möjligt att använda sådana väderskyddslösningar på en trång arbetsplats. Ett exempel på hur platskrävande vindstabiliseringen kan vara kan ses i bilderna nedan (Figur 10 och Figur 11).

## Exempel; Fristående väderskydd (verifierad enl. SS-EN16508)



Figur 10 Exempel på vindsträvning av fristående väderskydd (traditionell intäckt ställning) från Layher. Strävkonstruktionens bredd är större än väderskyddets spännvidd.

## Exempel; Fristående väderskydd (handräknad estimering)

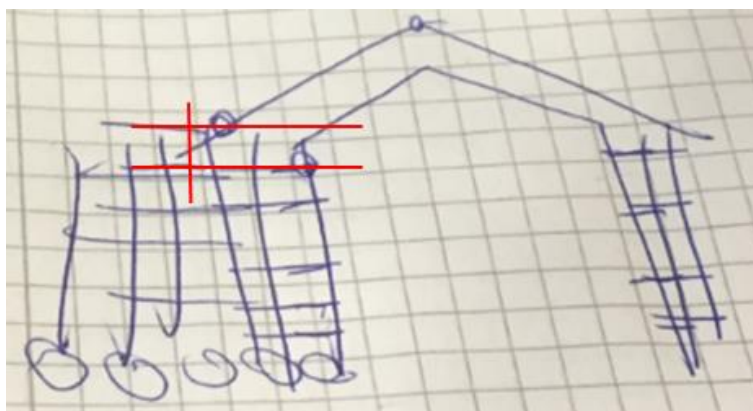


Figur 11 Exempel på vindstagnning av fristående väderskydd (traditionell intäckt ställning) från Layher. Även stagningen är platskrävande, men kräver mindre yta om än den totala bredden är större (3 gånger spännvidden, mot ca 2 gånger spännvidden i det förra exemplet).

Om den traditionella ställningen kan resas tillsammans med stommen, eller efter det att stommen är uppe, kan väderskyddet istället förankras i byggnadens stomme och behovet av externa vindstabiliserande konstruktioner minskar avsevärt (Figur 12). Infästningarna måste fortfarande dimensioneras av leverantören. Nyckelfaktorn i konstruktionen är den s.k. *fritoppshöjden*, avståndet vertikalt mellan de högsta förankringspunkterna och ställningens högsta höjd (Figur 13). Ju högre fritoppshöjd, desto större kommer vindbelastningen att vara på infästningen eftersom momentet i förankringspunkten ökar.



Figur 12 Exempel på förankring av väderskydd i byggnad från TBS, Tekniska Byggnadsställningar. Dimensioneringen av förankringen är mycket viktig.



Figur 13 Den s.k. fritoppshöjden för en ställning med väderskydd, illustrerad i en förklarande skiss av Fredrik Ahlborg. Måttet definieras av det vertikala avståndet mellan de två röda linjerna.



### 3.5.2 Studerade väderskyddssystem

I det här projektet har nio olika system för väderskydd studerats, vilka presenteras i detta avsnitt. Dessa typer av väderskydd baseras på information och erfarenheter från deltagare på workshop 2, gällande vilka typer av väderskydd som skulle kunna tänkas lämpliga att använda till de tre studerade stomsystemen. Se kapitel 4.2 för ytterligare information gällande framtagandet av dessa. De väderskydd som presenteras i detta avsnitt är inom ett stort spann gällande komplexitet, från provisorisk väderskydd med hätta/presenning till fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak eller helintäckt arbetsplats. Detta för att täcka in de tre olika stomsystemen som är aktuella i detta projekt.

Väderskyddstyperna förkommer i annan litteratur under ibland andra namn. Träguiden skriver t.ex. om *väderskydd på fasadställning, fasta eller rullbara takväderskydd och klättrande väderskydd* (Träguiden, 2018). SBUF-projektet Väderskyddad produktionsmiljö Framtidens byggande skriver även om *takväderskydd som lyfts på plats, klättrande väderskydd och fristående hallar*. Sveriges forskningsinstitut RISE beskriver dessutom *lokal intäckning*, vilket dock är utanför avgränsningarna inom detta projekt.

I detta projekt har vi valt att använda andra begrepp baserade på de benämningar som framkommit vid workshoppar som ägt rum i detta arbete. Här beskrivna system inkluderar både det horisontella och det vertikala väderskyddet och är då inom ramarna för vår avgränsning. Informationen i detta avsnitt är baserad på information från tidigare SBUF-rapporter inom ämnet, där det vertikala och horisontella väderskyddet kan ha förekommit under andra namn, samt framkomna erfarenheter i projektet.

Tabell 2 ger en överblick över de presenterade väderskyddssystemen i detta projekt. De är indelade i A-G för att lättare få en överblick.

**Tabell 1: Sammanställning över presenterade väderskyddssystem**

Väderskydd
A. Provisorisk takkassett på varje dag
B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak
C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak
D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall
E. Klättertorn med väderskydd på pelare
F. Stomme byggs till fullhöjd, väderskydd direkt efter
G. Provisoriskt väderskydd med hätta/presenning där tak/fasad inte är klart
H. Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning
I. Förbyggd ställning som lyfts in efter modulmontage





Figur 16: Provisorisk takkassett, källa: Skanska

### **A. Provisorisk takkassett på varje dag**

Inget särskilt avancerat väderskyddssystem. Lösningen bygger på att byggnaden är relativt väl färdigställd redan vid montage och endast kräver ett kompletterande horisontellt väderskydd.

**Det vertikala väderskyddet utgörs normalt av byggnadens färdiga fasad**, t.ex. vid montage av volymmoduler, som ev behöver kompletteras något för att färdigställas på plats.

**Det horisontella väderskyddet är ett s.k. Takväderskydd som lyfts på plats.** Det kan utgöras av husets blivande yttertak, som färdigställs på arbetsplatsen innan stomresningen startar. Takväderskyddet kan även vara en mer provisorisk konstruktion. Lösningen är mest lämpad för småhus eller volymelementssystem (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande, 2006). Stomresningen kan delas upp i etapper efter hur stora takkassetter som är möjliga att hantera. Vid arbetets slut för dagen lyfts takväderskyddet på den färdigställda delen av byggnaden och lyfts av på morgonen. Systemet används oftast vid volymelement för flerbostadshus eller av företag som levererar prefabricerade småhus (Fuktsäkerhet, 2018).

#### **Logistik och materialförsörjning:**

Leverans av material kan ske på liknande sätt som om man skulle byggt utan väderskydd (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande, 2006).

#### **För- och nackdelar**

- + Kräver inga omfattande väderskyddslösningar
- – Kan vara svårt att lyfta på plats vid hård blåst
- – Fasadväderskyddet måste vara av sådan klass att de tål fukt, för detta system utgör normalt byggnadens fasad det vertikala väderskyddet.



Figur 17: Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak, källa: Haki

## B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak

Det vertikala väderskyddet är ett s.k. **Väderskydd på ställning**, eller intäckt ställning. En fasadställning reses till fullhöjd innan stommontaget startar. En plastduk fästs sedan på utsidan av ställningen. Detta är en vanligt förekommande typ av väderskydd. Väderskyddet kan kombineras med olika typer av horisontella väderskydd. Träguiden skriver att väderskydd på ställning lämpar sig till såväl stommar med högre prefabriceringsgrad som med en lägre prefabriceringsgrad. Väderskyddets dimensioneras med avseende på vind, och dukens infästningar dimensioneras för att ge vika vid en viss belastning då duken utgör ett stort vindfång (Träguiden, 2018). Väderskyddet passar både vid nyproduktion och ombyggnader (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004).

Det horisontella väderskyddet är ett s.k. **Fast takväderskydd**. Detta väderskydd utgörs ofta av fackverksbalkar i aluminium som stabiliseras med mellanliggande stag. Fackverket täcks med kassetter av plåt, plast, skivor eller med PVC-duk (Träguiden, 2018). Detta takväderskydd kan ställas på husets stomme eller som här på en fasadställning med fasadväderskydd, för att bilda en totalintäckning av byggnaden (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004).

### **Logistik, materialförsörjning:**

Med fast tak sker oftast materialförsörjningen med bygghiss placerad utanför fasadväderskyddet. Hissen kan även ibland också väderskyddas för att minska antal öppningar i fasaden. Det finns även möjlighet att ha lokala öppningar i väderskyddet där material kan lyftas in med t.ex. teleskopplastare in via intagsbryggor samt att lasta in material före montage av väderskydd (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004). I vissa konstruktioner kan travers monteras inne i väderskyddet och då kan material och byggdelar både flyttas och monteras inne i väderskyddet.

### **För- och nackdelar**

- + En kombination av vertikalt väderskydd och horisontellt väderskydd ger möjlighet att få en helintäckning av byggnaden så arbetena blir oberoende av vädret.
- + Ett traditionellt system. Finns flera leverantörer av dessa system på marknaden.
- – En fast takkonstruktion innebär dock att intransport av material begränsas då det måste ske via bygghiss och intagsbryggor. Det går inte heller att lyfta in större upplag på bjälklagen efterhand om inte väderskyddet har en travers invändigt.
- – Sommartid kan det bli varmt, väderskyddet bör därför utrustas med ventilationsöppningar.
- – Fasadställning som reses till fullhöjd utan någon byggnad att förankras i kräver omfattande vindstagnning.

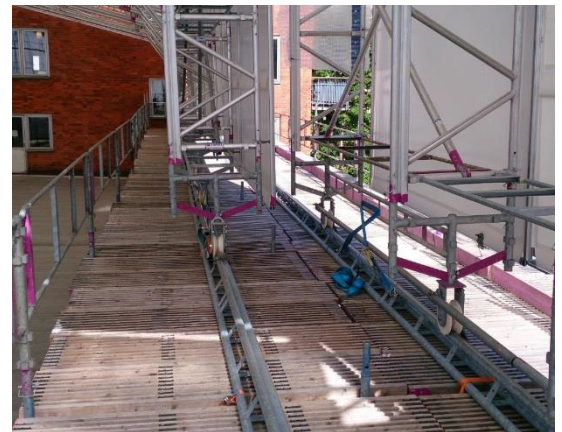


Figur 18: Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak, källa: Peri/Haki

### C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak

Det vertikala väderskyddet är ett s.k. Väderskydd på ställning. En fasadställning reses till fullhöjd innan stommontaget startar, och täcks in med duk.

Det horisontella väderskyddet är ett s.k. Rullbart eller mobilt takväderskydd. Detta takväderskydd är rullbart med hjälp av hjul som löper på skenor eller räls. Det är annars likartat med det fasta takväderskyddet. Systemet är öppningsbart då väderskyddet är uppdelat i sektioner som kan skjutas åt sidan och löpa över varandra (Träguiden, 2018). Tillsammans med fasadväderskyddet skapas en helintäckning av byggnaden.



Figur 19: Principen för hur de olika taksektionerna löper över varann på skenor för öppningsbart tak. Bild från Tekniska Byggnadsställningar, TBS

#### Logistik och materialförsörjning:

Öppningsbart tak medför att man kan öppna taket på valfri plats utefter byggnaden, vilket förenklar intransport av material. På översta monterade bjälklag kan material lyftas in med extern kran genom det öppningsbara taket. För lägre våningar kan bygghiss vara placerad utanför fasadväderskyddet och möjliggöra intransport av material (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004), se under B ovan.

#### För- och nackdelar

- + En kombination av vertikalt väderskydd och horisontellt väderskydd ger möjlighet att få en heltäckning av byggnaden så arbetena blir oberoende av vädret.
- + Ett traditionellt system. Finns flera leverantörer av dessa system på marknaden.
- + Rullbart tak medför att man kan öppna taket på valfri plats utefter byggnaden, vilket förenklar intransport av material och även gör det lätt att ventileras.
- + Möjlighet att öppna och stänga det horisontella väderskyddet ger goda möjligheter för ett bra arbetsklimat, vid varma dagar kan det öppnas upp och vid kalla dagar stängas till.
- – Viktigt med täthet i skarvar mellan taksektioner så att inte snö och vatten kan driva in.
- – Fasadställning som reses till fullhöjd utan någon byggnad att förankras i kräver omfattande vindstaging.

Idag är C med mobilt takväderskydd ofta en vanligare lösning än alternativ B med fast tak.



Figur 20: Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall, källa: Sitecover

#### D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall

Dessa system har en självbärande stomme och omfattar både horisontellt och vertikalt väderskydd. Väggar och tak täcks in med duk och väderskyddet uppförs innan husets stomme börjar byggas och byggs till fullhöjd direkt (Fuktsäkerhet, 2018).

##### Logistik och materialförsörjning:

Skalan för dessa lösningar är så stor att leveranser kan köra in i väderskyddet på arbetsplatsen, via t.ex. portar eller liknande i hallens sidor, och lossas direkt på plats. Alla materialupplag finns också inne i väderskyddet. Ofta används travers eller annan intern kran för lossning och lyft inne på arbetsplatsen, och leveranser lyfts direkt på plats i upplag eller på byggnaden.

##### För- och nackdelar

- + En helintäckt arbetsplats med både vertikalt och horisontellt väderskydd gör hela arbetsplatsen inklusive byggnad och materialupplag helt oberoende av vädret.
- + En mer industriell produktion möjliggörs, med semipermanenta och anpassade system för logistik, elförsörjning, klimatstyrning, ventilation och belysning.
- + Avancerade lösningar för logistikstyrning och Just-In-Time-leveranser är möjliga.
- + Kraftfulla traverser kan helt ersätta behovet av byggkranar och kostnaden för dem.
- + Arbetsplatsen motsvarar mer en fabrik än en intäckt byggnad. Exempelvis kan hela arbetsplatsen stängas och låsas på kvällen.
- – Systemen kan inte skräddarsys efter varje arbetsplats utan projektet kan behöva anpassa sig efter vissa modulmått och liknande.
- – Traditionella tälthallar har en begränsad bygghöjd och kan inte användas till höga byggnader. Inte så många tälthallar som kan användas till höga byggnader.



Figur 21: Klättertorn på pelare, källa: KL-trähandbok

### E. Klättertorn med väderskydd på pelare

Detta väderskyddssystem följer med byggandet uppåt våning för våning. Passar bara för raka byggnadskroppar och avlång byggnadsform, typ lamellhus.

**Det vertikala väderskyddet kan utgöras av byggnadens färdiga fasad eller andra fasadväderskydd.** De lodräta ytorna täcks in efterhand som det horisontella väderskyddet lyfts uppåt, med anpassade fasadväderskydd för systemet.

**Det horisontella väderskyddet är ett s.k. Klättrande väderskydd.** Det kan utgöras av en tälthall eller ett fast takväderskydd som monteras på klättrande arbetsplattformar på mastkonstruktioner (Träguiden, 2018). Allt eftersom stommen byggs lyfts takväderskyddet. Systemet kan användas till ny- och ombyggnationer (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004).

#### **Logistik och materialförsörjning:**

Med en kraftig konstruktion för det horisontella väderskyddet kan det här alternativet kombineras med en traverslösning. Om den horisontella konstruktionen är längre än byggnaden kan traversen köras ut på gaveln och hämta material utanför byggnaden.

#### **För- och nackdelar**

- + En kombination av vertikalt väderskydd och horisontellt väderskydd ger möjlighet att få en heltäckning av byggnaden som då blir oberoende av vädret.
- + Eftersom det horisontella väderskyddet klättrar upp med byggnaden blir fritoppshöjden begränsad, och masterna förankras i varann. Systemet kräver inga externa vindstagningar.
- + Med travers som kan lossa bilar direkt upp till byggnaden blir mer industriella lösningar för logistikstyrning och Just-In-Time-leveranser möjliga
- +/- Går snabbt och effektivt att höja. De rörliga delarna och samverkan mellan de olika klätterplattformarna kan dock vara en svag punkt för skador.



Figur 22: Stomme byggs till fullhöjd, väderskydd direkt därefter, källa: [Advantage-Environment.com](http://Advantage-Environment.com)

## F. Stomme byggs till fullhöjd, väderskydd direkt därefter

I de fall stomsystemet kan resas mycket snabbt, eller delas upp i delar som kan resas mycket snabbt till fullhöjd, kan stommen resas först och väderskyddssystemet därefter monteras direkt i stommen. Detta kan vara aktuellt för främst pelar-balksystem som inte får färdig fasad vid stomresningen. För denna lösning är det viktigt att anpassa montaget så att man på en dag bygger upp en sektion som täcks med tätt tak. Se resonemang för acceptabel tid utan väderskydd under kapitel 4.2. Jämfört med system B och C är detta ingen självbärande konstruktion utan fästs in i stommen.

**Det vertikala väderskyddet är ett s.k. Väderskydd på ställning.** En fasadställning reses direkt efter stommontaget, fästs in i stommen och täcks in med duk.

**Det horisontella väderskyddet kan bestå av byggnadens färdiga tak, eller ett s.k. Takväderskydd som lyfts på plats.** Om stommontaget avslutas med tätt tak på varje sektion är det enklare att använda byggnadens färdiga tak än en temporär lösning.

### **Logistik och materialförsörjning:**

Stommen och väderskyddet monteras med extern kran. Beroende på hur mycket av stommen som behöver kompletteras efteråt, med t.ex. bjälklagselement eller ytterväggselement, kan logistiken bli olika svår eftersom väderskyddet kan vara i vägen. Utformningen av ställning och fasadväderskydd behöver därför planeras med avseende på kommande moment, med t.ex. öppningsbara delar eller intagsbryggor.

### **För- och nackdelar**

- + Stomresningen går fort till tätt tak och förenklar byggandet av väderskydd, men momenten därefter blir mer komplicerade och tar längre tid
- – Med denna metod finns inget utrymme att lyfta in material för stomkomplettering och liknande på bjälklagen under stomresningen, utan mycket av materialtransporterna behöver ske med bygghiss eller inlyft vilket är mindre effektivt



**Figur 23: Provisoriskt väderskydd med hätta/presenning där tak/fasad inte är klart, källa: Träguiden, foto Hans-Eric Johansson**

### **G. Provisoriskt väderskydd med hätta/presenning där tak/fasad inte är klart**

Inget särskilt avancerat väderskyddssystem. Lösningen bygger på att byggnaden är relativt väl färdigställd redan vid montage och endast kräver att lokala kompletteringar under kortare tid. Detta system förutsätter att det är små kompletteringar och korta tider och är därför mest lämpat för volymmodulsystem. Presenning har inte ansetts vara ett primärt väderskydd för en hel massiv-trästomme eller pelar-balkstomme.

**Det vertikala väderskyddet kan utgöras av byggnadens färdiga fasad, eller en provisorisk presenning på ej färdigställda sidor.**

**Det horisontella väderskyddet är en provisorisk variant av Takväderskydd som lyfts på plats.** Vid arbetets slut för dagen lyfts takväderskyddet på den färdigställda delen av byggnaden och lyfts av på morgonen. Systemet kan användas för volymelement.

#### **Logistik och materialförsörjning:**

Leverans av material kan ske på liknande sätt som om man skulle byggt utan väderskydd (Axelson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004).

#### **För- och nackdelar**

- – Känsligt system. Provisoriska lösningar såsom presenningar är inte lämpliga att använda över tid, eftersom riskerna för att de ska skadas och möjliggöra läckage eller stänga in fukt är stora. Det är också svårt att få ventilation eller luftcirkulation under intäckningen. För volymmoduler är även färdigställandegraden hög, och konsekvensen av ett inläckage är stor. Lämpligen ersätts presenningen nästa arbetsdag av nästa modul eller en permanent lösning.
- – Takväderskyddet bör vara ett riktigt tak med fall som säkerställer avledning av vatten, och inte bara en presenning. Används presenningar som horisontella väderskydd finns stora risker för läckage mellan dukar eller vid lokala skador, och att vatten blir stående eller tynger ner presenningen i dalar där stora vattenmängder kan samlas.
- + Stomresningen kan delas upp i etapper efter hur stora takkassetter som är möjliga att hantera.
- + Systemet är anpassat för kortvariga behov av kompletteringar och är en mycket enkel lösning. Om exempelvis ställning ändå kommer att behövas för färdigställandet av byggnaden kan ett alternativ vara att montera den parallellt med stommontaget för att kunna utnyttja den till ett bättre temporärt väderskydd, som i fall H eller I.

## **H. Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning**

Traditionell konstruktion, men det horisontella väderskyddet behöver vara självstagande och lyftbart samt gå lätt att förankra och lossa. Troligtvis uppdelat i mindre sektioner.

**Det vertikala väderskyddet är ett s.k. Väderskydd på ställning.** Väderskyddet följer dock i detta fall med bygget uppåt våning för våning, och täcks in efter hand. För varje ny våning skapas också nya möjligheter för infästning av ställningen i byggnadens stomme.

**Det horisontella väderskyddet är ett s.k. Fast eller mobilt takväderskydd.** Det viktiga är att konstruktionen är så styv och stabil att taket är lyftbart i sin helhet eller i sektioner. För varje ny våning som monteras lyfts sedan taket av, ställningen höjs och det horisontella väderskyddet lyfts tillbaka igen.

### **Logistik och materialförsörjning:**

Lösningen kräver en extern kran som kan lyfta på och av det horisontella väderskyddet dagligen om så behövs. Det innebär dock också att material kan lyftas in i och ut ur väderskyddet i samband med att taket har lyfts av.

### **För- och nackdelar**

- + Eftersom fasadställningen aldrig är mer än en våning högre än stommen krävs betydligt mindre extern vindstabilisering än i fallen B och C.
- – Ställningskonstruktionen blir mer komplicerad om det ska vara möjligt att lyfta av det horisontella väderskyddet. Dessutom krävs en stor, ledig yta att placera det på under tiden ställningen höjs
- – Höjningen av väderskyddet kan bli en lite tidskrävande process och behöver planeras noga. Ställningsmontaget och stommontaget behöver samordnas i tidplanen och i produktionsstyrningen på plats så de inte krockar eller hindrar varandra.
- – Vid ev. långa perioder av dåligt väder kan inte ställningen höjas, eftersom det betyder att taket måste lyftas av och kortvarigt exponera byggnaden för vädret.
- – Höjningen kan inte utföras vid hård blåst



## **I. Förbyggd ställning som lyfts in efter modulmontage**

Detta är ett system som är anpassat för volymmoduler, främst system med få våningar. Detta system möjliggör att snabbt kunna få på plats en ställning efter modulmontaget. Ställningen behövs normalt för fasadkompletteringar. Beroende på hur färdig volymernas fasad är vid montage kan ett väderskydd på ställning vara onödigt. I så fall används ställningen till att färdigställa den permanenta fasaden som väderskydd istället.

**Det vertikala väderskyddet handlar om att direkt komplettera den färdiga fasaden med ett provisoriskt skydd eller den färdiga fasaden.** En fasadställning eller klätterplattform monteras på backen bredvid där modulerna ska resas. Direkt efter modulmontaget lyfts ställningen på plats.

**Det horisontella väderskyddet kan bestå av byggnadens färdiga tak, eller ett s.k. Takväderskydd som lyfts på plats.** Om volymmontaget avslutas med tätt tak behövs inget temporärt väderskydd, men om det ska platsbyggas kan ett temporärt väderskydd användas.

### **Logistik och materialförsörjning:**

Både volymerna och ställningen/väderskyddet monteras med extern kran. Med volymelement krävs mycket lite materialförsörjning efter att volymerna väl är monterade. Ev sådant material (t.ex. taktäckning, balkonger, fasadkompletteringar) får i så fall också lyftas på plats med extern kran eller truck.

### **För- och nackdelar**

- + Möjliggör snabb placering av ställning efter modulmontage
- – Klarar inte för stora konstruktioner om ställningen ska kunna lyftas på plats med kran.

### 3.6 Möjligheter och begränsningar för väderskydd

Det finns många olika typer av väderskydd på marknaden idag med olika möjligheter och begränsningar. Det är viktigt att få med väderskydd tidigt i kalkylen och i planeringen av projektet för att kunna välja ett effektivt system och dra nytta av dess möjliga nyttor.

Ett väderskydd behöver klara de påfrestningar som det utsätts för. Vid val av väderskydd har både de projektspecifika förutsättningarna såväl som de omgivande förutsättningarna betydelse för vilket väderskydd som kan vara mer eller mindre lämpligt. Dock kan man ofta göra justeringar och tillägg för väderskydden för att anpassa till de förutsättningar som råder. De parametrar som presenteras i detta kapitel är projektberoende och beror på förutsättningarna. Begränsningarna är något som räknas fram för varje projekt för sig för att anpassa lösningen för just det projektet. Beräkningar görs enligt väderskyddsstandard SS-EN 16508:2015 (SIS Swedish Standards Institute, 2018).

Det har varit tydligt i samtal med personer inom väderskyddsbranschen att det är svårt att sätta upp maxvärde och tumregler för begränsningar, detta då det är mycket projektberoende och att flera parametrar ofta samverkar.

Det är många parametrar som har betydelse för vilket väderskydd som är mest lämpligt att använda samt som har betydelse för väderskyddets utformning och begränsningar. I projektet har ett antal parametrar belysts vilka presenteras i detta avsnitt. Informationen är baserat på samtal och enkätundersökning med väderskydds-leverantörer/-tillverkare.

För en del av parametrarna presenteras ett siffervärde för att ge en bild över generella uppskattade begränsningar eller praktiskt gångbara alternativ för parametrarna, baserat på inkomna svar från väderskyddsleverantörer och väderskyddstillverkare. I detta kapitel ges också hänvisningar tillbaka till väderskydden som presenterades i kapitel 4.4.2.

#### 3.6.1 Placering i landet och årstid

Vädrets betydelse i form av vind och snö är begränsande faktorer för väderskydd. Beroende på dimensionering av väderskydd och ställning kan begränsningarna ändras.

I Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2013:4 Ställningar står det beskrivet:

*”Väderskydd*

*42 § Innan man påbörjar arbetet med att uppföra ett väderskydd ska det vara dimensionerat med betryggande säkerhet mot materialbrott, instabilitet och deformationer som har betydelse för säkerheten.*

*Om följande laster kan uppstå ska väderskyddet vara dimensionerat för dem.*

- 1. Snölast motsvarande minst den snömängd som kan falla under en tidsrymd av sju dagar baserat på 50-årsvärdet.”*
- 2. Vindlast*
- 3. Personlast som motsvarar minst två punktlaster om 1,2 kN vardera. De behöver inte förutsättas vara placerade varandra närmare än 2,0m.*

*Det är de mest ogynnsamma kombinationer av lasterna som man ska ta hänsyn till.*

*Dimensioneringen ska baseras på beräkningar och dokumenteras skriftligt i särskilda dimensioneringshandlingar.” (Arbetsmiljöverket, 2013)*

Projektets placering i landet såväl som vilken årstid som väderskyddet ska vara monterat kan därför påverka dimensioneringen av väderskyddet. Beroende på var i landet man befinner sig råder olika väderförutsättningar. I de norra delarna föreligger det att komma mer riklig nederbörd i form av snö och vid vissa delar av landet såsom vid kuststräckor tenderar det att blåsa mer.

### 3.6.2 Snölast

Arbetsmiljöverket skriver alltså att:

*"... Om följande laster kan uppstå ska väderskyddet vara dimensionerat för dem. /.../*

1. *Snölast motsvarande minst den snömängd som kan falla under en tidsrymd av sju dagar baserat på 50-årsvärdet." (Arbetsmiljöverket, 2013)*

Snölast är således en av de begränsande parametrarna för väderskydd, och förutsättningarna för det varierar över landet. I samtal med väderskyddsleverantörer framkommer det dock att man normalt förenklar förfarandet genom att räkna på en generell last på 0,6 kN/m<sup>2</sup> för temporära konstruktioner över hela landet, och att en snöröjningsplan upprättas för väderskyddet.

### 3.6.3 Vindbegränsningar

Arbetsmiljöverket skriver att:

*"... Om följande laster kan uppstå ska väderskyddet vara dimensionerat för dem. /.../ Det är de mest ogynnsamma kombinationer av lasterna som man ska ta hänsyn till. Dimensioneringen ska baseras på beräkningar och dokumenteras skriftligt i särskilda dimensioneringshandlingar." (Arbetsmiljöverket, 2013)*

Diskussion med väderskyddsleverantörer och väderskyddsentreprenörer visar på att det sällan är snölasten som är begränsande utan vindlasten. Framkommit har även att vinden har betydelse för den maximala höjden på väderskyddet. Vindlastberäkningen skall göras enligt Eurokod.

I detta projekt med involverade leverantörer och tillverkare har värde på 24 m/s angetts som dimensionerande värde för väderskyddssystem D, Helintäckt byggarbetsplats och för vertikal ställning och traditionellt väderskydd, väderskyddssystem C, F, H har ett värde på ca 25 m/s angetts som dimensionerande för de olika stomsystemen. För övriga system har inga begränsningar angetts vid undersökning. Men det har även varit tydligt att vindbegränsningarna är projektberoende och i vissa fall har det angetts att förstärkningar skulle kunna tillåta högre vindstyrkor.

Vid varsel om högre vindhastigheter gör man särskilda åtgärder såsom att dra av takdukarna och lossa på intäckningen för att förhindra att ställningen skall påverkas eller rasa, enligt samtal med väderskyddsleverantörer och väderskyddstillverkare. Vid storm kommer alltså väderskyddet inte att kunna hållas heltäckande, vilket innebär risk för att stommen drabbas av fukt under denna tid. Konsekvenserna av uppfuktning som ev sanering eller utbyte av material är dock betydligt mindre allvarliga i jämförelse med konsekvenser och säkerhetsrisker av ett möjligt ras, och risken är möjlig att ta med i kalkylen. För att kunna undvika risken för stormrelaterade fuktskador vid bygge med väderskydd får man i så fall planera stomresningen och väderskyddstiden av projektet till årstider som inte sammanfaller med risker för storm.

### 3.6.4 Utrymme

För majoriteten av väderskyddssystemen behövs ett fritt utrymme runt byggnaden. Detta för att ge plats åt ev ställning, vindstabiliserande konstruktioner samt för materialupplag och att eventuella traverser ska kunna arbeta på sidorna. Under montage och demontage av väderskyddet kan även ytterligare plats behövas, t.ex. för montering av taksektioner. Det fria området som behövs runt byggnaden varierar alltså beroende på typ av ställning samt beroende på form och geometri på byggnaden.

Utrymmesparametrarna är av särskilt stor betydelse då byggnationen sker inom ett område där det är begränsat med plats. Det är då viktigt att redan då byggnadens systemval och utformning bestäms planera för hur platsen ska användas och väderskyddet ska kunna byggas upp och vindförankras, för att möjliggöra ett lämpligt val av väderskydd. Beroende på de utrymmesförutsättningar som råder kan eventuellt stommontaget anpassas, t.ex. med montage i segment som väderskyddas ett i taget. Egenvikten på ställningen för väderskyddet påverkar också utrymmeskraven, tyngre ställning kräver mindre bredd. Även väderskyddets höjd (och därmed kraven på vindstabilisering) och spännvidden påverkar kravet på utrymme.

### 3.6.5 Markbegränsningar

De flesta väderskyddssystem behöver en avjämnad yta som klarar de laster som uppstår för ställning och väderskydd. I Arbetsmiljöverkets AFS 2013:4 står det skrivet:

*”I samband med att en ställning eller ett väderskydd planeras ska underlaget kontrolleras, så att det med betryggande säkerhet kan bära upp den belastning som kan uppstå. Detsamma gäller för fasader eller andra konstruktioner som ställningen behöver förankras till. Ställningen ska kunna uppföras och användas med betryggande säkerhet på den aktuella platsen. I vissa fall kan en viss sättning vara acceptabel.”* (Arbetsmiljöverket, 2013).

Baserat på samtal med väderskyddtillverkare och leverantörer så är krafterna vid montage av väderskydd ovanpå stödställning, traditionellt väderskydd, inte mycket högre än att ställningens normala grundläggning kan ta hand om lasterna. Det bör dock beaktas att ballastvikter kan komma att behövas nära stöd/fasadställningen. Ställningen bör stå på packat och paddat underlag. Lera, gräs, återfylld jord eller liknande är alltså inte lämpligt underlag för ställning.

För större fristående väderskydd kan en betongplatta vara fördelaktigt, men det kan också lösas med breddning av stödstruktur (ställning) försedd med ballast.

### 3.6.6 Max höjd

Den maximala höjden på ett väderskyddssystem varierar beroende på projektets förutsättningar såväl som med de omgivande förutsättningarna. Höjden på ett väderskydd är ofta inte begränsad till ett visst mått utan är beroende på vilka vindlaster som råder samt begränsningar för stödstrukturens stabilitet;

- Möjlighet till förankring
- Möjlighet till breddning om förankring ej är tillåten
- Möjlighet till exempelvis vajerinfästning om förankring och/eller breddning ej är möjlig

För de fristående system som studerats i detta projekt finns det uppgifter från leverantörerna om att höjden för helintäckt byggarbetsplats kan uppnås till ca 27m upp till travers. För traditionell ställning och takväderskydd har ett värde på ca 20m noterats.

### 3.6.7 Max spännvidd

Den maximala spännvidden på ett väderskyddssystem är också ett samspel med de andra begränsningarna för vind, höjd och utrymme, såväl som med de omgivande förutsättningarna. Max spännvidd på ett väderskyddssystem inom en viss kategori kan också skilja sig åt mellan olika konstruktioner exempelvis beroende på om det använder enkla eller dubbla takstolar. Vid mer balkar och extra förstärkning kan större spännvidder uppnås.

Det finns dock en praktisk gräns för vad som är rationellt att bygga. Vill man gå från enkla till dubbla takstolar för ett traditionellt väderskydd på ställning kommer kostnaden öka markant. Det går alltså att få betydligt större spännvidder med speciallösningar, men det är sällan rationellt och kostnadseffektivt. För att undvika kostsamma väderskyddslösningar kan det därför vara lämpligt att ha med frågan om hur väderskyddet ska utformas i utformningen av själva byggnaden i tidigt skede. Om byggnadsbredden kan hållas nere, eller stommen monteras i mindre segment, ger man bättre förutsättningar för en kostnadseffektiv lösning för väderskydd än om väderskyddsfrågan inte berörts i tidig projektering av byggnaden.

Från de leverantörer och tillverkare som varit involverade i detta projekt har det inkommit uppgifter om ca 86m spännvidd för helintäckt byggarbetsplats och för traditionell ställning och väderskydd ca 25-30m. Större spännvidder än så går alltså att uppnå, men bedöms inte som kostnadseffektivt. Vanligtvis skiljer man inte på sommar och vinterfall, utan dimensionerar för samma last oavsett årstid – jämför Snölaster.

### 3.6.8 Traversmöjligheter

I vissa väderskydd kan man installera en travers som kan göra lyften på arbetsplatsen och på så vis ersätta byggkranen och därmed även slippa grundläggning för kranen. Avgörande i val av traverslösning är om traversen har tillräcklig kapacitet för de lyfts som behöver göras i projektet. Väderskydd utan travers behöver å andra sidan vara öppningsbara, t.ex. med tak som kan rullas åt sidan, så lyften kan göras med en extern kran.

Från de leverantörer och tillverkare som varit involverade i detta projekt har det inkommit uppgifter om att för helintäckt byggarbetsplats kan traverser som klarar upp till 12 ton användas, men två traverser kan dubbla tyngden lyftas. För traditionell ställning och väderskydd har uppgifter om ca 1-2 ton kapacitet för travers redovisats.

### 3.7 Kostnader och kostnadseffektivitet

Möjliga fördelar med väderskydd har beskrivits tidigare, men det är inte alltid helt enkelt att konkretisera dessa i pengar. Det är enklare att beräkna de kostnader som ett väderskydd medför. Ett vanligt argument mot att använda väderskydd är just att kostnaderna för det är för höga. Problemet är att besparingen och nyttorna av att använda ett väderskydd är betydligt svårare att räkna på. Även reaktiva åtgärder som kan krävas i olika stor utsträckning om väderskydd inte används, såsom att avlägsna vatten, torka byggnaden eller åtgärda eventuella skador, är också svåra att kostnadssätta. Det handlar om en riskpott som kan falla ut i olika hög grad i projektet.

För att kunna värdera även nyttor, avgående kostnader och riskkostnader i valet mellan väderskydd eller reaktiv kvalitetsstrategi behöver detta göras som en del i det tidiga kalkylarbetet, och inkludera någon form av kostnads-/nyttoanalys där inte bara kostnaden för väderskyddet ingår. I föregående kapitel beskrevs också hur val, utformning och dimensionering av väderskyddet bör göras tillsammans med systemvalen för byggnaden i tidig projektering för att ta fram en passande och kostnadseffektiv lösning till det aktuella projektet. Görs arbetet först i produktionsförberedelserna är möjligheterna till effektiva lösningar mindre och kalkylen är redan satt. På så vis bör väderskydd ses som en projekteringsfråga snarare än en produktionsfråga för att ge en kostnadseffektiv helhetslösning.

#### 3.7.1 Modeller för att kostnadssätta mjuka faktorer

Tidigare studier visar på svårigheter att kostnadssätta intäkter som väderskyddet möjliggör på samma sätt som de kostnader som väderskyddet medför. Rapporten *Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande* menar att ny teknik ofta är svår att introducera då projektledare ofta främst är intresserade av det som sker under projekttiden och därmed är ganska kortsiktiga. Det som händer efter projektets avslut och som företaget eller andra byggprojekt kan ha nytta av är inte lika intressant (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

Kostnader kan delas upp i kortsiktiga faktorer som enbart påverkar byggprojektet och långsiktiga faktorer som påverkar även andra byggprojekt.

En annan svårighet med kostnader för väderskydd är att vissa kostnader till exempel hyra av maskiner är lätta att räkna på, medan de positiva effekterna är svårare att konkretisera i pengar. Detta menar SBUF-rapporten *Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande* att man kan dela upp i mjuka och hårda faktorer. De mjuka faktorerna menar rapporten ska bedömas så att de kan jämföras med alternativa tekniker. För att bedöma dessa faktorer är ett sätt att vikta och poängsätta faktorerna för olika alternativ och därefter jämföra poängsummorna mellan de olika alternativen.

<b>mjuka faktorer</b>	<b>Intäkter:</b> Bättre arbetsmiljö och trivsel  <b>Kostnader:</b> Strul med det nya väderskyddet	<b>Intäkter:</b> Bättre anseende som ett modernt företag  <b>Kostnader:</b> Förslitningsskador på yrkesarbetarna på grund av arbetsmiljön
	<b>Intäkter:</b> Kortare produktionsstider ger ökad produktivitet  <b>Kostnader:</b> Hyreskostnader för väderskyddet	<b>Intäkter:</b> Minskat antal garantifel på grund av fukt  <b>Kostnader:</b> Avskrivningar och räntor på utvecklingsinsatser
<b>hårda faktorer</b>	<b>kortsiktiga faktorer</b>	<b>långsiktiga faktorer</b>

Figur 24: Kostnadsmodell med exempel på projektrelaterade intäkter och kostnader vid alternativvalskalkyl, källa: (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006)

Kostnaderna som kan uppstå vid användande av väderskydd har analyserats i detta SBUF-projekt. De kostnader som framkom vid enkätundersökning hos väderskyddstillverkare och väderskyddsentreprenörer är följande:

- Projekteringskostnad
- Kostnad för montage och demontage
- Kostnad hyra
- Kostnad för travers
  - Om travers inte finns tillgänglig används extern kran. Den kostnaden kopplas normalt inte till väderskyddet.
- Transportkostnad för väderskydd
- Eventuell kostnad för tid för flytt av väderskydd och infästningspunkter
- Löpande underhåll samt tillsyn och snöröjning
- Eventuellt öppning, stängning av väderskydd

Kostnaderna för de olika parametrarna varierar dock beroende på typ av väderskyddssystem och leverantör. För vissa leverantörer ingår projekteringskostnaden för väderskyddet medan hos andra löper denna kostnad timvis.

Hyreskostnaderna för väderskydd har i tidigare SBUF-projekt visat sig variera mycket beroende på:

- Tomtens topografi
- Byggnadens planform, bredd och höjd
- De spännvidder som krävs
- Hur stor del av byggnadstiden som väderskydd används
- Om det är nybyggnad, tillbyggnad eller ombyggnad

För att beräkna särkostnader och särintäkter för de hårda kortsiktiga faktorerna har SBUF-rapporten *Väderskyddad produktionsmiljö- Framtidens byggande* studerat ett antal projekt där följande tabeller Tabell 2 och Tabell 3 har använts.

Tabell 2: Särintäkter för väderskydd, källa: (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006)

<b>Särintäkter för väderskydd</b>		<b>Enhet</b>	<b>Särintäkt</b>
<i>Generalentreprenörens minskade platsomkostnader:</i>			
	Normal produktionstid om inte väderskydd använts		
	Förkortad produktionstid eftersom väderskydd använts		
	Produktionstid under väderskydd		
	Gemensamma platsomkostnader		
	Minskade gemensamma kostnader		
<i>Beräkna ökad effektivitet på grund av bättre arbetsförhållanden</i>			
	Andel dagar med regn		
	Arbetsnedsättning under dessa dagar		
	Antal arbetare i genomsnitt		
	Minskad arbetskostnad		
<i>Beräknade minskade felkostnader</i>			
	Andel produktionskostnad under väderskydd		
	Felkostnadsandel i normalt byggprojekt		
	Uppskattad minskad felkostnad		
<i>Övriga faktorer som ökar särintäkten</i>			
<b>Totala beräknade särintäkter för väderskydd</b>			

Denna tabell redovisar de kortsiktiga faktorerna för de så kallade hårda särintäkterna. På samma sätt har en särkostnadstabell tagits fram.

Tabell 3: Särkostnader för väderskydd, källa: (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006)

<b>Särkostnader för väderskydd</b>		<b>Enhet</b>	<b>Särkostnader</b>
<i>Hyra av ställning plus väderskydd:</i>			
	Hyra väderskydd + ställning		
	Ställningskostnad om inte väderskydd använts		
	Nettohyra väderskydd		
<i>Extra arbetsinsatser för väderskydd</i>			
	Arbetstid för hantering av väderskydd		
	Kostnad att hantera väderskydd, 40x350		
<i>Övriga faktorer som ökar särkostnaden</i>			
<b>Totala beräknade särkostnader för väderskydd</b>			

I SBUF-rapporten har dessa tabeller använts i ett antal projekt och det som sågs var att fördelarna med att använda väderskydd i de allra flesta fall överskrider nackdelarna. (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

Enligt rapporten ligger kostnaden för att montera, hyra och sköta ett väderskydd på ca 1-3 % av produktionskostnaden för byggnaden. Rapporten menar att det framförallt är två intäktsposter som är betydelsefulla. De uppföljda projekten visar att produktionstiden förkortas med 20-30 % vid användandet av väderskydd, och att effektiviteten på arbetsplatsen minskar kraftigt vid dåligt väder. Rapporten visade att det bara krävdes en relativt liten negativ påverkan av vädret för att effektiviteten skulle gå ner med ca 30 %. En annan tidsmässig fördel med väderskydd visade sig vara besparingar i den ställtid som finns vid i projekt utan väderskydd, som att täcka och täcka av med presenningar morgon och kväll. Det visade sig även att andra arbetsmetoder kunde användas med väderskydd, t.ex. vid svetsning (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

I rapporten menar Bengt Larsson och Lars Söderlind att i de praktikfall de följt har det funnits en del tekniska problem med väderskydden, att de har läckt in regn och att dukar har blåst sönder.



Rapporten menar även på att det varit svårt med logistiken gällande intransport av material, speciellt vid prefabricerade håldäcksbjälklag då de kräver stora öppningar vid inlyftning. Dock möjliggör väderskydd en effektivare logistik vilket kan utnyttjas för att skapa mer precisa tidplaner och leveranser.

Gemensamt för projekten har varit den positiva faktorn arbetsmiljön. Att arbeta under väderskydd visar sig ha varit en positiv upplevelse och en gemensam mening råder om att det leder till en bättre produktion. Att sjukfrånvaron minskar, trivseln i arbetet ökar och att risk för olyckor reduceras.

I rapporten *Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande* skriver de också att de uppfattar att de positiva faktorerna entydigt överväger de negativa faktorerna, och att de negativa faktorerna troligtvis kommer att minska i takt med ökad anpassning av byggandets planering och väderskyddens utveckling. Långsiktigt menar rapporten på att byggnaderna kommer att byggas med bättre kvalitet på grund av minskade risker för fuktskador och bättre kontroll över produktionen. Detta kan i sin tur leda till minskade drift- och underhållskostnader, samt bättre och högre kvalitet, tillsammans med ett bättre anseende hos kunder (Söderlind, Axelson, Larsson, & Rylander, 2006).

<b>mjuka faktorer</b>	Arbetsmiljöfördelarna överväger med stor marginal de tekniska problem med väderskyddet som ibland uppstått.	Bättre image för alla parter. Det är svårt att se att det på lång sikt finns några negativa mjuka faktorer
	De kalkylerbara intäkterna är ungefär lika stora som de kalkylerbara kostnaderna.	Långsiktigt kommer det med största sannolikhet att bli lägre kostnader i drift och underhåll.
<b>hårda faktorer</b>	<b>kortsiktiga faktorer</b>	<b>långsiktiga faktorer</b>

Figur 25: Sammanfattning av för- och nackdelar med väderskydd. Källa: *Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande* (2006)

### 3.7.2 Bättre produktionsmiljö, effektivare byggprocess, lägre kostnader

Rapporten *Framtidens produktionsmiljö - industriellt byggande* som kom ut år 1999 beskriver att byggandet då inte sker oberoende av årstid och väderlek. I rapporten ifrågasätts om detta är framtidens produktionsmiljö eller om produktionsmiljön på byggarbetsplatser behöver industrialiseras. De lyfter frågan ifall man skulle fråga någon i den fasta industrin eller inom prefabindustrin ifall "de skulle kunna tänka sig att undvara taket, väggarna, belysningen och ventilations- och värmeanläggningen för kommande årets produktion". Svaret är troligen otänkbart, enligt rapporten. Rapporten lyfter väderskyddets fördelar men även att ett hinder är bristande intresse och kravställande. Rapporten menar dock att hindren kan övervinnas.

Genom studier i detta projekt har det visat sig att det ekonomiskt finns både fördelar och nackdelar med att använda väderskydd. Användandet av väderskydd skapar en typ av kostnader likaväl som att det besparar andra typer av kostnader.

I avsnitt 5.1 Potential till rationell produktion finns beskrivet att en stor potential till intjäning av tid och därmed pengar genom att med väderskydd kunna utnyttja träsystemens potential till snabbare produktion. Med väderskydd kan man industrialisera mer och korta byggtiden. Eftersom de *gemensamma kostnaderna* för drift av arbetsplatsen är beroende av den totala byggtiden på plats är det lätt att se att en snabbare produktion med träsystem under väderskydd snabbt blir pengar.

De gemensamma kostnaderna för ett byggprojekt – vilket kan sammanfattas som kostnader för tjänstemän, maskiner, hjälpmedel och drift av arbetsplatsen – kan antas utgöra en femtedel eller mer av den totala byggkostnaden för entreprenören (upp mot 30% enligt Sveriges Byggindustrier och tidigare SBUF-projekt, SBUF 12666). Detta är en avsevärd kostnadspost om ett antal miljoner kr i ett normalt byggprojekt. Väderskyddet ger förutsättningarna för effektivare processer med torrt montage och mer industrialiserad produktionsstyrning. Se avsnitt 5.1. Ett flerbostadshus i ett väl industrialiserat volymmodulsystem i trä kan byggas på mindre än halva tiden jämfört motsvarande byggnad i betongprefab. Om man med väderskydd kan krympa bort tidsglappen från stomresning till stomkomplettering i mindre industrialiserade system i massivträ eller pelar/balk finns en liknande potential. Exemplet halverad byggtid innebär grovt sett halverade gemensamma kostnader, vilket är den stora konkurrensmöjligheten för träsystem med väderskydd relativt betongsystem med längre resnings- och torktider. Den faktiska kostnaden för väderskyddet möjliggör därmed en större besparing i total byggkostnad, där väderskyddet i så fall kan räknas hem i kalkylen. Kostnaden för ett väderskydd motsvarande ett flertal % av den totala byggkostnaden kan fortfarande ge en totalbesparing om det möjliggör en kontrollerad, förutsägbar och framför allt mycket snabbare byggprocess på plats. Det gäller dock att i så fall att ta vara på möjligheterna genom att styra mot en mer industriell process utformad för att fullt utnyttja den kontrollerade produktionsmiljön, och inte bygga traditionellt med samma tidplan, kalkyl och bemanning som används i projekt utan väderskydd. Väderskyddet kan på så vis vara en nyckel till en mer industrialiserad byggprocess.

Även i projekt som inte drivits hårt i industrialisering och effektiv produktionsstyrning har väderskydd kunnat medge en betydande intjäning i tid, vilket beskrevs i föregående avsnitt.

Ur ett beställarperspektiv är det en stor fördel att få en snabb omsättning på sitt investerade kapital och tidigare inflytt, vilket gör en kort byggtid mycket positiv. För entreprenören är det en konkurrensfördel med kort byggtid. Med en hög industrialisering och standardiserad process, till exempel volymmoduler, kan man lämna mer konkurrenskraftiga anbud med korta byggtider till färdigt hus.

### 3.7.3 Kostnad/nyttoanalys

I Danmark har man, vilket nämndes i kapitel 3.2.1, tagit fram en excelmodell för att göra en kostnads/nyttoanalys av väderskydd i tidigt skede (Teknologisk Institut, 2018). Modellen grundar sig i ett arbete utfört av vid Dansk Teknologisk Institut, och är baserat på dansk lagstiftning avseende bygg- och arbetsmarknadsregler. Syftet är att kunna prissätta både nyttor och kostnader på ett realistiskt sätt, för att kunna avgöra om väderskydd är ett kostnadseffektivt sätt att fuktsäkra byggnaden (och i så fall som beställare ställa krav på väderskydd i upphandlingen), eller om andra strategier som t.ex. byte av material eller konstruktion är bättre alternativ.

Eftersom kalkylmodellen grundar sig på danska regler har den inte tillämpats i detta projekt, men den är ett intressant exempel som visar att angreppssättet med kostnads/nyttostudier för väderskydd är möjligt och det även i mycket tidiga skeden, hos beställaren. Det kan göras med egna modeller, och motsvarande gemensam metod skulle kunna tas fram för den svenska byggbranschen.

## 4. ARBETE I PROJEKTET

Som en del i att möta de mål och syfte som detta projekt har genomfördes två workshoppar. Vid första tillfället bestod deltagarna enbart av projektets arbetsgrupp av entreprenörsföretag. Vid andra tillfället var arbetsgruppen tillsammans med en referensgrupp av stomleverantörer/-tillverkare/-entreprenörer och väderskyddsleverantörer/-tillverkare/-entreprenörer deltagande. Vid första workshopen tjänade till att få en samsyn på begrepp och avgränsningar ur ett entreprenörsperspektiv, samt att gå igenom projektet och dess upplägg. Den andra workshopen tjänade till att få fördjupade kunskaper inom väderskydd och stomsystem och att diskutera vilka typer av väderskydd som skulle kunna tänkas passa de tre, i projektet, utvalda stomsystemen; volymmoduler, pelar-balksystem och massivträsystem. Dessa tre typer av stomsystem studerades innan workshop 2 för att få en ökad förståelse kring dess montagesätt och uppbyggnad. Därmed presenteras även information om de tre stomsystemen i detta kapitel.

### 4.1 De tre stomsystemen

I detta projekt skall lämpliga väderskydd tas fram till tre olika typer av stomsystem i trä;

- Volymmoduler
- Pelar-balksystem
- Massivträsystem

Dessa tre stomsystem skiljer sig åt i flera avseenden, inom både konstruktionsprinciper, färdigställandegrad, montagesätt och resningstid till tätt hus.

#### 1. Volymmoduler

Enheter som kommer i volymform, med väggar, golv och tak, normalt en våning höga. Prefabricerade konstruktioner från fabrik. Modulerna kan ha helt eller delvis färdig fasad och tak. Finns i olika storlekar. Volymelement levereras i allmänhet kompletta med installationer och inre ytskikt från fabrik.

#### 2. Pelar-balk-system

Stomsystem bestående av pelare och balkar som bär upp bjälklagselement. Pelar-balksystemet kan resas först tillsammans med stabiliserande enheter, och kompletteras med klimatskal därefter.

#### 3. Massivträ (även kallat KL-trä eller CLT)

Homogena träelement bestående av massivträ uppbyggt av limmade, korsvis lagda träskikt. Planelement används som väggar och bjälklag.



Figur 26: Volymmoduler, källa: Foto Svenskt trä



Figur 27: Pelar-balksystem, källa: Foto [www.sla.se](http://www.sla.se) (17 sept.)



Figur 28: Massivträsystem, Foto: Per Karnehed ur Husbyggaren nr 3, 2017

## 4.2 Faktainsamling från projektgruppen

För att skapa en gemensam bild över de tre aktuella stomsystemen i projektet togs ett typfall för ett sexvånings flerbostadshus fram för varje stomlösning. Detta möjliggjordes med hjälp av en enkätundersökning tillsammans med kompletterande intervjuer av stomleverantörer och stomtillverkare av de tre systemen.

Frågor som ställdes behandlade vart och ett av de tre stomsystemen gällande:

- Vanligt förekommande geometrier
- Tillvägagångssätt montage
- Montagetid per våning/torn
- Montagetid till tätt tak
- Montagehjälpmedel
- Tid för användning av väderskydd
- Största elementvikt

Inkomna svar gällande dessa parametrar sammanställdes till ett typfall för varje stomsystem. Typfallen kom sedan att användas vidare i projektet vid resonemang kring lämpliga väderskyddssystem för olika stomsystem. Sammanställning över typfallen kan ses i kapitel 4.2.1. I Bilaga B kan montagemetoder, montagetider, största elementvikt och geometrier ses i tabellform.

## 4.2.1 Typfall för stomsystemen

### Volymmoduler



**Storlek:** 6 våningar, H:23m, L:40m, B:12m

**Montage:**

- Modul för modul sätts på plats bredvid varandra våningsvis
- Taket lyfts därefter på i segment

**Montagetid per våning:** 8h

**Montagetid till tätt tak:** 2 veckor

**Montagehjälpmedel:** Kran, möjligtvis travers

**Tid för användning av väderskydd:** 6 veckor

**Modulvikt:** 10 ton

### Pelარ-balksystem



**Storlek:** 6 våningar, H:20-22m, L:24m, B:24m

**Montage:**

- Trapphus
- Stabiliserande enheter, fackverk monteras för hela huset
- Pelare/balkar monteras för hela huset
- Huset delas in i 6 st segment, så kallade torn.  
Bjälklagskassetter monteras tornvis, ett torn monteras till fullhöjd och tak sätts på tornet
- Därefter monteras ett annat torn med bjälklagskassetter och tak på den delen

**Montagetid per torn tätt tak utan utfackningsväggar:** 1 dag

**Montagetid per torn tätt tak med utfackningsväggar:** 3 dagar

**Montagehjälpmedel:** Kran, möjligtvis travers

**Tid för användning av väderskydd:** 4 mån

**Största elementvikt:** 5 ton fackverk, 800 kg bjälklagskassetter

### Massivträsystem



**Storlek:** 6 våningar, H:20-22 m, L:40 m, B:12m

**Montage:**

- Väggarna monteras våningsvis. Trapphusen monteras samtidigt.
- Bjälklag monteras per våning
- Tak monteras

**Montagetid per våning:** 1,5 vecka

**Montagetid till tätt tak:** 3 mån

**Montagehjälpmedel:** Kran, möjligtvis travers

**Tid för användning av väderskydd:** 6 mån

**Största elementvikt:** 1500 kg

## 4.2.2 Alternativa väderskyddssystem

Kunskapsinsamling gällande olika väderskyddssystem från väderskyddsentreprenörer-/tillverkare/leverantörerna gjordes i två steg. En enkät skickades ut till medverkade personer från väderskyddssidan gällande generella begränsningar för väderskydd. Senare i projektet skickades ytterligare en enkät ut till väderskyddssidan gällande frågor kring begränsningar och möjligheter samt frågor gällande kostnader. Typfallen användes för att få en gemensam bild över vilka stomsystem som detta projekt avgränsat sig till, samt få en gemensam tanke över hur de monteras.

## 4.3 Workshop 1

I början av projektet, 26 april 2018, genomfördes en workshop där Sveriges Byggindustriers representant och representanter från några olika entreprenörer i byggbranschen deltog. Dessa entreprenörer utgjordes av arbetsgruppen i projektet. Denna workshop tjänade till att få en samsyn på begrepp och avgränsningar ur ett entreprenörsperspektiv, samt att gå igenom projektet och dess upplägg.

### 4.3.1 Genomförande workshop 1

Frågeställningar som utreddes var:

- Varför är väderskydd viktigt
- Tidigare erfarenheter av väderskydd
- Vilka typer av väderskydd kan passa de tre utvalda stomsystemen

### 4.3.2 Resultat

Vid diskussionerna på mötet enades om följande svar och förklaringar.

#### **Varför är väderskydd viktigt?**

Väderskydd för trästommar är viktigt på grund av många olika aspekter. Väderskydd ger främst ett skydd från vädret och möjliggör ett inomhusklimat trots att man är utomhus. Det skyddar mot nederbörd såväl som mot vind och låg temperatur. Detta möjliggör kontrollerande produktionsförhållanden, minskar risker för hinder i produktionen på grund av ogynnsamt väder. Att skydda byggnationen mot regn och oväder ökar även produktiviteten för de som arbetar på byggarbetsplatsen, framförallt under vinterhalvåret, och det möjliggör en bättre arbetsmiljö.

Att använda väderskydd ökar förutsättningarna för att skydda känsliga material och konstruktioner, såsom trä mot att bli blött. Därmed möjliggör användandet av väderskydd användning av fuktkänsligt byggmaterial.

I BBR står det skrivet att *Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa*. Väderskydd kan därmed bidra till att säkerställa att lagkraven uppfylls vid byggnation av trästomsystem där fukt skulle kunna orsaka sådana skador.

Att inte använda väderskydd vid byggnation med fuktkänsliga material ställer höga krav på mätningar och efterkontroller för att säkerställa god förmåga hos de ingående materialen. Det kan även leda till efterarbete och en ekonomisk risk genom att utsätta känsligt material för fukt vilket kan resultera i ett åtgärdsprogram vilket kan bli mycket kostsamt.

#### **Tidigare erfarenheter av väderskydd**

Tidigare erfarenheter av väderskydd diskuterades. Flerbostadshus och förskolor samt fältfabriker för småhus var exempel på byggnader som det fanns erfarenheter och kännedom om att väderskydd hade använts för. Ingående erfarenheter kring de väderskyddssystem som använts var dock begränsade. Travers hade kunnat användas för några av projekten. Som väderskyddssystem som

använts för flerbostadshusen angavs intäckt byggnadsställning utan tak, med duk som fästs på ställningen, samt klättertorn med väderskydd på pelare (motsvarande detta projekts alternativ E). För något projekt hade man använt helintäckt arbetsplats och för något ytterligare hade man använt sig av väderskydd med fast tak. För fältfabrikerna för småhus hade man sett att taken byggdes under tält på marken och sedan monterades på husen som förtillverkade takkassetter.

De begränsande erfarenheterna som fanns kring väderskydden var att det finns begränsningar i geometri och spännvidd samt att det är kostsamt. Positiva synpunkter var att de klarar höga spännvidder och att det förbättrar resultatet vid gjutning av bottenplatta inomhus.

### **Olika typer av väderskydd**

De tre utvalda stomsystemen: volymmoduler, pelar-balksystem och massivträsystem skiljer sig åt gällande montage, utförande och konstruktionsmässigt, och har i och med det olika förutsättningar. Dessa tre system ställer därmed olika krav på väderskyddssystem.

- Volymmoduler innebär tunga element vilket ställer krav på kran eller eventuellt en travers som klarar dessa tunga element. Volymmoduler innebär även att fasad och/eller tak kan vara färdigställda redan vid montage för vissa delar, men inte på alla. I så fall krävs bara mindre och mer kortvariga kompletteringar för att ge ett heltäckande väderskydd.
- Pelar-balksystem innehåller ibland trapphus av betong och ibland av trä. Hänsyn vid val av väderskydd behöver tas till ifall trapphusets element skall lyftas in med hjälp av travers från väderskyddet, då detta är relativt tunga element.
- För massivträsystem behöver spännvidderna beaktas.

## **4.4 Workshop 2**

Den 22:e maj 2018 under SBUF-projektet genomfördes workshop 2. Under denna workshop deltog både entreprenörer och leverantörer. Byggentreprenörsrepresentanter var återigen Sveriges Byggindustrier och övriga deltagare från arbetsgruppen. Ett stort antal tillverkare och entreprenörer av såväl stom- och väderskyddssystemen, inklusive branschorganisationer, hade bjudits in för att utgöra referensgrupp i workshoppen och projektet som helhet. Även en representant från Rise deltog för att bidra med forskningsrelaterade aspekter och för att ge en koppling till SBUF-projekt 13548 *Fuktsäkerhet vid massivträbyggande*.

### **4.4.1 Genomförande workshop 2**

Workshoppen började med en genomgång av projektet. Under workshoppen fick varje företag från stomsystemsidan respektive väderskyddssidan möjlighet att kort presentera sitt system. Därefter följde gruppdiskussioner. Deltagarna var placerade så att representanter från alla de olika disciplinerna fanns med i de olika grupperna och var jämnt utspridda.

Gruppdiskussionerna syftade till att diskutera vilka typer av väderskydd som skulle kunna tänkas passa de tre, i projektet, utvalda stomsystemen; volymmoduler, pelar-balksystem och massivträsystem. Enda kravet på förslagen var att de skulle uppfylla projektets definition på heltäckande väderskydd (se avsnitt 1.3). För varje stomsystem fanns ett typhus framtaget som väderskydden skulle passa till. Samtliga typhus utgjordes av ett 6-vånings flerbostadshus. I övrigt gällande geometrier och montageprocess skilde sig typhusen åt. Informationen kring de olika typhusen var baserad på svar från utskickade frågor till stom-leverantörerna/-entreprenörerna om hur vanliga flerbostadshus hos dem brukar se ut, se kapitel 4.2.1 för fullständig information om typhusen.



**Figur 29:**  
Volyppmoduler, källa:  
Foto Svenskt trä



**Figur 31: Pelar-balksystem,**  
källa: Foto [www.sla.se](http://www.sla.se)



**Figur 30: Massivträsystem, källa:**  
Foto: Per Karnehed

För varje stomsystem skulle man gruppvis komma fram till vilka typer av väderskyddssystem som passar till de tre olika stomsystemen. För varje väderskyddssystem som uppkom som alternativ skulle man även ge information kring:

- Montageprocess
- Fördelar
- Nackdelar

#### 4.4.2 Resultat

Workshopen med gruppdiskussionerna resulterade i ett antal förslag av väderskydd till respektive stomsystem. Inkomna förslag som inte svarade mot projektets syfte eller avgränsning sållades bort. Resultaten bearbetades efteråt genom att förslagen döptes om till lämpliga förklarande namn. De slutliga alternativen för väderskydd var följande:

- A. Provisorisk takkassett på varje dag
- B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak
- C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak
- D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall
- E. Klättertorn med väderskydd på pelare
- F. Stomme byggs till fullhöjd, väderskydd därefter
- G. Förbyggd ställning som lyfts in efter modulmontage
- H. Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning
- I. Förbyggd ställning som lyfts in efter modulmontage

Enligt diskussionerna på workshop 2 finns det vissa väderskyddssystem som fungerar bra för alla de tre stomsystemen. Det finns även vissa väderskydd som bara angetts för ett av stomsystemen.

Efter workshopen bearbetades resultaten. Systemen sorterades i grupper gällande i vilket skede väderskyddet reses, om travers var möjlig eller ej, samt vilka av alternativen som kräver provisoriska kompletteringar, vanligtvis tejping eller annan komplettering av anslutningar för i övrigt färdig fasad eller tak, för att ge ett heltäckande väderskydd.

Dessa resultat sammanställdes sedan i översiktliga tabeller för att kunna användas som hjälpmedel vid val av väderskyddssystem till aktuella stomsystem. Tabellerna presenteras under kapitel 5.3 *Lathund för val av väderskyddssystem för de olika stomsystemen.*



## 4.5 Slutseminarium

Den 14 november 2018 var det slutseminarium för projektet. Under detta arrangemang var både arbetsgruppen och referensgruppen återigen inbjudna, med byggentreprenörer, leverantörer och entreprenörer av både stomsystem och väderskyddssystem, samt branschorganisationer och Rise. Under detta seminarium presenterades resultaten från projektet, bakomliggande förutsättningar såväl som vilka väderskydd som projektet kommit fram till är lämpliga för de olika stomsystemen.

Syftet med slutseminariet var att ge alla deltagande möjlighet att bidra med sina perspektiv på det som projektet kommit fram till och respektive systems förutsättningar och nyttor. Framkomna resultat presenterades och diskuterades i storgrupp.

### 4.5.1 Diskussioner

Vid slutseminariet genomfördes en del diskussioner för att stärka de resultat vi tidigare kommit fram till samt för att lyft eventuella oklarheter.

#### **Möjligheter och begränsningar**

Vid slutseminariet togs möjligheter och begränsningar för väderskyddsalternativen upp till diskussion om placering i landet, max höjd, max spännvidd, vindbegränsningar, snölast, traversbegränsningar, utrymme och markbegränsningar. Detta för att komplettera tidigare inkomna enkätsvar och föreslagna gränsvärden. Resultatet från diskussionen om parametrarna fördes in under respektive avsnitt i kapitel 3.6 Möjligheter och begränsningar för väderskydd.

#### **Kostnadsbedömning och lathund för val av väderskydd**

Även resultaten för kostnadsbedömning togs upp till diskussion. Resultatet av studiens framkomna kostnadsbedömningar beskrivs mer i kapitel 3.7.

Förslagen på lämpliga väderskyddssystem till de olika stomsystemen togs upp för att stämma av mot tidigare inkomna resultat. Begränsningar och möjligheter fördes sedan in i avsnitt 3.5.2.

Exempel på frågor som diskuterades;

- Nackdelar för väderskyddssystem A, *Provisorisk takkassett på varje dag*, för Volymmoduler: Med detta system kan man inte bygga under regniga dagar, förankring av kassetten är svår, och takkassetten storlek är begränsande för möjligheterna till lagring och lyft.
- För pelar-balksystemet diskuterades det huruvida alternativ F, *Stomme byggs till fullhöjd väderskydd därefter*, var lämpligt eller inte. Nackdelar är att det tar tid lång att bygga ställning för höga hus och det kan då vara svårt att få klart väderskyddet samma dag om inte montaget av stommen avgränsas till mindre sektioner på något sätt.
- För massivträsystem diskuterades väderskyddssystem E, *Klättertorn på pelare*, vilket det fanns goda erfarenheter från tekniskt sett. Dock var erfarenheterna också att väderskyddet kalkylmässigt ibland sågs som enbart en tillkommande kostnad i projekten och därför prutades bort av vissa entreprenörer
- Väderskyddssystem H, *Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning*, diskuterades också som svår ur ställningsbyggnadssynpunkt. Väderskyddstaket måste hänga samman konstruktivt, lyften tar tid och kräver utrymme för omlagring, och under lyftprocessen är stommen exponerad för nederbörd. Lyft kan då bara göras torra dagar.

### 4.5.2 Presentation av SBUF-projekt 13458

Lars Olsson, Rise, var på plats för att dela erfarenheter från sitt SBUF-projekt 13548 Fuktsäkerhet vid massivträbyggande etapp 1, vilket har till syfte "att öka kunskapen om hur KL-trä konstruktioner (inklusive skarvar, anslutningar och infästningar) påverkas vid nederbörd under byggtiden. Detta för att industrin ska kunna avgöra behovet av väderskydd." ...

Lars Olsson presenterade sitt projekt och gav några preliminära resultat och reflektioner;

- Även om det bara regnar vid några få tillfällen kan man se att regn på stommen innebär risk för påväxt. Fritt vatten på stommen är ett bekymmer om det inte kan torka ut i princip samma dag. Blir det blött, så blir det påväxt. Risker är större i eventuella hål eller spalter.
- Blir det blött så behöver man ta ut prover och kontrollera mikroskopiskt för att kunna påvisa påväxt. Påväxten är mikrobiell, och kan bara avgöras i mikroskop. Det som ser ut som påväxt med blotta ögat kanske bara är smuts, det som ser rent ut kan ändå ha påväxt på mikrobiell nivå. Om man inte tar ut prover så vet man inte.
- BBR anger att mikrobiell påväxt om påverkar människors hälsa inte får förekomma i en byggnad. Har träet utsatts för fritt vatten krävs därför mikroskopiska prov om man ska kunna avgöra om påväxt har uppstått eller ej.
- Även om inte forskningen känner till några exakta gränsvärden för sambanden mellan mikrobiell påväxt och ohälsa vet man att samband existerar. Därför tillämpas försiktighetsprincipen; att undvika all typ av påväxt och de risker som kan leda till påväxt.
- Påväxt sker på ytan av träet och det går att sanera angripet trä genom att hyvla bort påväxten. Men det kräver att det går att komma åt att hyvla av den angripna ytan.

### **Exempel, fallstudie väderskydd**

Lars Olsson tog också upp ett exempel på en byggnad som varit orimligt dyr att väderskydda under stomresningen. Det alternativ till väderskydd som hade undersökts för detta byggprojekt var alternativ C; en traditionell ställning, fristående med stor spännvidd, helintäckning och med öppningsbart tak. Ställningen skulle byggas till fullhöjd och väderskydd monteras innan stommontaget startade. Alternativa lösningar diskuterades vilket gav flera intressanta infallsvinklar:

- Förfrågningsunderlaget till väderskyddsleverantören styr utformningen av offerten. Om underlaget är hårt styrt eller låst till vissa lösningar så minskar möjligheterna för väderskyddsleverantören att hitta alternativa lösningar. Det är därför önskvärt att leverantören involveras tidigt och får vara med och ta fram en lösning som är anpassad till byggnaden och förutsättningarna på platsen, och därmed kan göras mer kostnadseffektiv.
- Om byggnadens utformning och stommontaget redan är låsta vid förfrågan om väderskydd försvinner fler grader av flexibilitet i utformning av väderskyddet. Det kan t.ex. handla om vilka spännvidder som krävs, hur stor yta som finns tillgänglig eller vad som ett väderskydd kan förankras i. Om väderskydds- och stomleverantören båda involveras i projekteringen i tidigt skede kan såna lösningar lättare undvikas. Det kan t.ex. handla om att anpassa byggnadens utformning för att den ska kunna väderskyddas, eller att dela upp montaget i olika mindre etapper och anpassa montageordningen så etapperna kan väderskyddas en i taget eller var för sig.
- Om projekteringen har gått för långt och byggnaden (och därmed väderskyddslösningarna) blivit för komplicerade är det ofta för sent att backa tillbaka.
- Principerna för vindförankring blir avgörande för utformning och kostnadsbild, eftersom ställningen är fristående och inte kan förankras i byggnadens stomme.
  - Om det inte finns utrymme för att bredda ställningen för att staga mot vind krävs markförankring, vilket kanske inte heller är möjligt.
  - Om byggnaden har betongtrapphus skulle det eventuellt vara möjligt att resa dem först och använda dem för att förankra väderskyddet i.
- I projekt där man inte har planerat att använda ställning i t.ex. montage av yttervägg och fasad, blir väderskyddet en större tillkommande kostnad än i ett projekt som ändå har en ställningskostnad medtagen i kalkylen.

## 5. FÖRENKLA INSTEGET TILL VÄDERSKYDD

Här sammanfattas några aspekter som kommit upp som viktiga i diskussionerna inom projektet för att förenkla insteget till att använda heltäckande väderskydd.

### 5.1 Potential till rationell produktion i trä

Stomsystem i trä har stora fördelar ur ett entreprenörsperspektiv. Framför allt går stomresningen mycket snabbare än med en betongstomme, eftersom behov av stämning och tid för gjutningar, härdning och betongtuttorkning försvinner. I en trästomme kan invändiga arbeten starta i våningen under så fort ett bjälklag är lagt och stommen stagad, och det behövs normalt inga avspärrade säkerhetsvåningar mellan stommontaget och invändiga arbeten under. Skillnaden i stomresningstid kan vara så stor som en dag per plan istället för en vecka per plan.

En skillnad mellan vissa av dagens trästomsystem och de vanligaste betongssystemen är dock industrialiseringsgraden. Medan volymmodulsystem kan vara mycket långt drivna i prefabricering, längre än betongsystem av planelement, så är massivträ- och pelar/balksystemen motsatsen. All ut- och invändig komplettering görs på plats, vilket är ett vanligare arbetssätt på kontinenten. Den svenska byggbranschen har istället länge rört sig mot ökad industrialisering, bland annat för att minska tiden och därmed kostnaderna i produktionsfasen, på plats. Förutom arbetade timmar är driften av arbetsplatsen, s.k. gemensamma kostnader för el, uppvärmning, maskiner, hjälpmedel och arbetsledning betydande i Sverige, och det är därför mer kostnadseffektivt att flytta en större del av momenten till fabrik och minska arbetstiden på plats.

För att effektivisera träbyggandet och öka dess konkurrenskraft kostnadsmässigt mot betongbyggande i Sverige behövs därför en ökad prefabricering, alternativt att man med rena träelement drar nytta av möjligheten att kunna starta kompletteringar och invändiga arbeten direkt när en våning blir klar. I båda dessa fall är väderskydd en förutsättning. Byggnaden kan bli klar tidigare under förutsättning att den kan byggas med sammansatta konstruktioner, utan långa uttorkningstider, men det kräver ett torrt byggande. Genom att sen utnyttja de kontrollerade förhållandena som väderskyddet möjliggör och utforma tidplan och produktion efter dem, kan tiderna kortas avsevärt.

Val av väderskyddssystem bör göras i tidigt skede i projektet, i samband med systemval och utformning av byggnad, för att finna rationella och kostnadseffektiva lösningar. Konstruktör, arkitekt och systemleverantör påverkar tillsammans i systemvalen om byggnaden kan väderskyddas effektivt eller ej. Det kan handla om att byggnadens bredd eller etappindelning behöver anpassas för att möjliggöra väderskydd med rimliga spännvidder, eller att det finns tillräckligt utrymme på arbetsplatsen för väderskydd och logistikflöden i projektets olika faser. I detta skede bör även väderskyddsleverantören involveras. Tillsammans kan man hitta effektiva lösningar som stöder produktionen. Väderskyddet dimensioneras av leverantören utifrån aktuella mått och laster i projektet. Om väderskyddssystemet börjar diskuteras först när alla andra förutsättningar är satta, kan resultatet istället bli en onödigt komplicerad och dyr lösning.

Det är också viktigt att montaget av väderskyddssystemet kan anpassas till stommontaget så att processerna stöder varandra. Antingen genom att stommen kan resas under ett färdigt väderskydd, att stomme och väderskydd kan gå upp tillsammans i en synkroniserad process, eller att stommen snabbt kan resas till fullhöjd och direkt kläs in av väderskyddet, utan att stommen hinner riskera att utsättas för fukt. Detta kräver i sin tur en välplanerad byggprocess med tidig samverkan och dialog mellan entreprenör, stomleverantör och väderskyddsleverantör för att hitta ett upplägg som stöder produktionen i projektet och där montageordning, materiallogistik och infrastruktur samordnas. Kanske kan byggkranen ersättas av en travers i väderskyddssystemet.

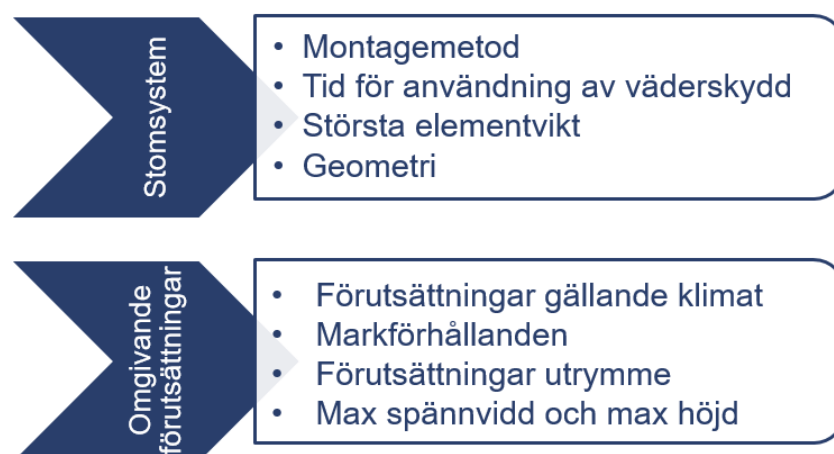
### 5.1.1 Välja lämpligt väderskyddssystem till olika stomsystem

Kvalitetsaspekten för byggsystem i trä är att träbyggnader är fuktkritiska under byggtiden och behöver en genomtänkt plan för hur de skall skyddas mot nederbörd. Detta projekt har fokuserat på heltäckande väderskydd som en proaktiv strategi, med nio olika typer av väderskyddssystem.

Väderskydd som finns på marknaden idag fungerar på lite olika sätt, se kapitel 3.5.2 för att läsa om de olika typerna av väderskydd. Vilket system som passar bäst beror på även på byggnadens stomsystem, storlek och resningstid. Exempelvis beroende på system av väderskydd så reses de vid olika tidpunkter. De kan resas före byggnaden, med byggnaden eller efter byggnaden. I vissa väderskydd kan travers monteras och i andra finns inte denna möjlighet. Även omgivande begränsningar och förutsättningar kan påverka val av väderskydd. Tabellerna som har tagits fram (se avsnitt 5.3) ger en översikt över vilka system som enligt detta projekt är mest lämpade för de tre stomsystemen volymmoduler, pelar-balksystem och massivträsystem.

Olika stomsystem medför olika montage metoder och därmed olika montagetid för stomme samt tid till tätt hus, d.v.s. hur länge väderskyddet behövs. Det kan påverka hur komplext system som väljs och hur snabbt det t.ex. behöver kunna höjas. Geometri och storlek på en byggnad kan också ha inverkan på vilket väderskydd som kan vara mest lämpligt, t.ex. vilka spännvidder som krävs. De olika stomsystemen består av olika slags komponenter och har därav olika största elementvikt, vilket kan ha betydelse vid övervägande om kran eller travers skulle kunna lämpa sig bäst för det aktuella systemet.

Även de projektspecifika förutsättningarna såväl som de omgivande förutsättningarna har betydelse för vilket väderskydd som kan vara mer eller mindre lämpligt, t.ex. hur vindförankring kan göras eller hur stort utrymme som finns för väderskyddet. Dock kan man ofta göra justeringar och tillägg för väderskydden för att anpassa till de förutsättningar som råder. Vid samtal med personer inom väderskyddsbranschen har det visat sig att lösningarna oftast tas fram projektspecifikt, och det är svårt att sätta upp maxvärde eller tumregler för begränsningar och möjligheter för väderskydd som kan gälla generellt. Värdefullt är att tänka på möjligheterna att påverka byggnadens utformning, stommontaget eller vindförankringen för att lättare kunna hitta ett lämpligt väderskyddssystem. Även årstiden för stomresning/väderskydd kan vara relevant att styra, för att t.ex. kunna undvika stormsäsong, behov av snöröjning eller hög omgivande relativ fuktighet.



Figur 32: Exempel på påverkande faktorer gällande val av väderskydd

### 5.1.2 Involvera rätt kompetens

Väderskyddstillverkaren har kompetensen att projektera och dimensionera väderskyddet. Det finns ett konstruktivt samspel mellan höjd, spännvidd och vindförankring med infästning i stomme eller utvändigt stagning som man behöver behärska för att kunna hitta en rationell och inte alltför komplicerad eller utrymmeskrävande lösning. Om förfrågningen till väderskyddsleverantören är låst i flera parametrar så är det därför svårare att hitta utrymmes- eller kostnadseffektiva lösningar.

Stommsystemleverantören har en viktig roll i planeringen av väderskyddet eftersom uppdelningen av stommen i olika segment och montageordningen av dessa kan avgöra om det går att dela upp väderskyddet i mindre enheter och om det går att använda stommen till förankring av väderskyddet. Omvänt kan väderskyddslösningen med t.ex. helintäckt byggarbetsplats, klätterplattformar eller invändiga traverser ge bättre lösningar till en rationell stomresning som stöds av väderskyddet, under förutsättning att lösningen kan ta hänsyn till behoven av intransport, montagetid per våning, lyftkapacitet och liknande för stomsystemet.

Huvudentreprenören har utöver själva stomresningen behov av att planera transporter, materiallogistik och upplag, och intresse av en utrymmeseffektiv arbetsplats. Men inte minst kan ett tidigt val av heltäckande väderskydd användas som förutsättning för planering av produktionen. Med givna och kontrollerade förutsättningar för kvalitetsstyrd produktion och arbetsmiljö kan produktionsprocessen läggas upp på ett mycket mer effektivt sätt. Det kan handla om förtillverkning, logistik, arbetsskift, montageordning, kortade tidplaner och tidigarelagd och samtidig start av fler arbetsmoment. Om valet av väderskydd kommer in senare i processen finns inte möjlighet att använda det som en förutsättning för planeringen av produktionen, och då går man trots väderskyddet miste om stora möjligheter till intjäning av tid och en mer rationell produktion.

Beställare är den sista och inte minst viktiga gruppen att involvera i frågan. Eftersom principerna för väderskydd är ett tidigt beslut, oavsett entreprenadform, är det viktigt att beställaren har frågan med in i projektet och involverar rätt kompetens i systemskedet för utformning av byggnaden och väderskyddet. Det är för sent att lösa detta kostnadseffektivt om det ligger först i produktionsförberedelserna. Det vore också bra om beställare i anbud definierar vad de avser med väderskydd, och låter anbudslämnande entreprenörer presentera sina förslag på lösningar både tekniskt och kostnadmässigt. Står det bara ”väderskydd” kan två entreprenörer konkurrera på enbart pris trots att den ena har heltäckande väderskydd (med väggar och tak) medan den andra har lokala, provisoriska intäckningar, och kanske inte kompenserar med åtgärder för riskhantering. En tydlig definition och funktionskrav i förfrågan till entreprenören ger också utrymme för en mer öppen förfrågan till väderskyddsleverantören.

## 5.2 Kostnadseffektivitet

Som beskrevs i avsnitt 5.1 finns en stor potential till intjäning av tid och därmed pengar genom att med väderskydd kunna utnyttja träsystemens potential till snabbare produktion och ökad effektivitet med en väderoberoende arbetsmiljö. De gemensamma kostnaderna är som beskrivits i avsnitt 3.7.2 till största delen tidsberoende, och motsvarar en avsevärd del av den totala byggkostnaden.

I siffror ligger enligt tidigare SBUF-projekt kostnaden för att montera, hyra och sköta ett väderskydd på 1-3% av produktionskostnaden för en byggnad. Med en mer avancerat väderskydd, som helintäckt arbetsplats, kan tänkas att kostnaden blir något högre än för traditionell ställning. Dock behöver skillnaden inte bli så stor procentuellt för riktigt stora projekt.

Kan man med väderskydd krympa bort tidsglappen i stomresning och stomkomplettering kan man få en kraftigt minskad byggtid med minskade gemensamma kostnader, i samma storleksordning eller mer, som följd. Den faktiska kostnaden som väderskyddet står för möjliggör därmed en än större besparing i total byggkostnad. Väderskyddet kan räknas hem i kalkylen om projektet planeras för effektivare processer och mer industrialiserad produktionsstyrning, som möjliggörs av väderskyddet. Även om tidigare studier visat att man med väderskydd kan tillgodogöra sig en generell effektivitetsökning är den svårare att kalkylera för än en effektiviserad tidplan. Samma tidigare rapport som ovan visar dock på att produktionstiden förkortas med 20-30 % vid användningen av väderskydd och att effektiviteten på arbetsplatsen sänks med ca 30 % vid dåligt väder (Se kapitel 3.7.2).

Väderskydd kan skapa många fördelar men det är inte alltid helt enkelt att konkretisera fördelarna i kronor, på samma sätt som de kostnader som väderskyddet medför. För att kunna dra nytta av väderskyddets möjliga fördelar är det viktigt att få med väderskyddet redan tidigt i projektet. Dessutom behöver även nyttor, avgående kostnader och riskkostnader i valet mellan väderskydd eller reaktiv kvalitetsstrategi värderas som en del i det tidiga kalkylarbetet, för att ge ett underbyggd beslutsunderlag för val av strategi och möjlig kostnad för väderskydd.

Någon form av kostnads-/nyttoanalys rekommenderas tidigt i projektet för att beakta de möjliga fördelarna med väderskydd och för att få en bild över vilka risker, konsekvenser och hur stor sannolikheten är för skada. Fördelarna med ett väderskydd är svårare att konkretisera då de beror på många mjuka faktorer såsom bättre arbetsmiljö och förutsättningar för att arbeta säkert mm. Det är viktigt att ta med dessa mjuka faktorer och inte bara de hårda såsom potentialen till ökad kvalitet och möjlighet till kortare produktionstid vid analys av väderskydd. I tidigare studier (se avsnitt 3.7.1) finns dock olika modeller framtagna för sådana jämförelser.

## 5.3 Lathund för val av väderskyddssystem

Tabellerna 4-6 nedan kan användas för att ge förslag på lämpliga väderskyddssystem att använda till tre olika stomsystemen, för att förenkla överblicken i val av väderskydd. För varje stomsystem har ett antal av väderskyddssystemen valts ut. I tabellerna redovisas med kryss i vilket skede som respektive väderskyddssystem reses, om extern kran eller travers kan användas och om väderskyddslösningen kräver provisoriska kompletteringar på plats i montaget för att ge en heltäckande lösning. Informationen är baserad på en enkätundersökning hos väderskyddstillverkare och väderskyddsentreprenörer samt en workshop. Beroende på vilken prefabriceringsgrad elementen har är heller inte alla väderskyddssystem lika lämpliga. De enklare stomsystemen pelar-balk- och massivträsystem kan byggas med högre prefabricering eller t.ex. fullisolerade element, och är då lika känsliga för vatteninträngning som volymmoduler och ev tar stomresningen längre tid, vilket gör att snabb stomresning och väderskydd därefter kan bli svårare.

Tabell 4: Lämpliga väderskyddssystem för volymmoduler

Väderskyddssystem- Volymmoduler	Reses före stomme	Reses med stomme	Reses efter stomme	Extern kran	Travers	Kräver provisoriska kompletteringar
A. Provisorisk takkassett på varje dag		X		X		X
B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak	X				X	
C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak	X			X		
D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall	X				X	
G. Provisoriskt väderskydd med hätta/presenning där tak/fasad inte är klart		X		X		X
H. Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning		X		X		
I. Förbyggd ställning som lyfts in efter modulmontage			X	X		X

Tabell 5: Lämpliga väderskyddssystem för pelar-balksystem

Väderskyddssystem- Pelar-balksystem	Reses före stomme	Reses med stomme	Reses efter stomme	Extern kran	Travers	Kräver provisoriska kompletteringar
B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak	X				X	
C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak	X			X		
D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall	X				X	
E. Klättertorn med väderskydd på pelare		X			X	
F. Stomme byggs till fullhöjd, väderskydd därefter*			X	X		X

\* Beror på prefabriceringsgraden, ej lämpligt vid ökad prefabricering av elementen. Inte heller lämpligt för höga byggnader då ställningsbyggande tar längre tid vid höga höjder.

Tabell 6: Lämpliga väderskyddssystem för massivträsystem

Väderskyddssystem- Massivträsystem	Reses före stomme	Reses med stomme	Reses efter stomme	Extern kran	Travers	Kräver provisoriska kompletteringar
B. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med fast tak	X				X	
C. Fristående ställning som byggs till fullhöjd med öppningsbart tak	X			X		
D. Helintäckt byggarbetsplats eller tälthall	X				X	
E. Klättertorn med väderskydd på pelare		X			X	
F. Stomme byggs till fullhöjd väderskydd därefter*			X	X		X
H. Ställning med lyftbart väderskydd som höjs med varje våning		X		X		

\* Beror på prefabriceringsgraden, ej lämpligt vid ökad prefabricering av elementen. Inte heller lämpligt för höga byggnader då ställningsbyggande tar längre tid vid höga höjder.

## 6. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER

Framöver ses en förväntad ökning av träbyggnad och det är viktigt att kunna säkerställa att fukt- och inomhusproblem inte uppstår i dessa byggnader. För att göra detta på ett kostnadseffektivt och förutsägbart sätt föreslås här heltäckande väderskydd som grundläggande proaktiv åtgärd. Projektet har tagit fram en definition för heltäckande väderskydd, som bestående av både ett horisontellt och ett vertikalt väderskydd, alltså både skyddande tak och väggar. Trästommen har bedömts att inte få stå utan väderskydd mer än max en (nederbördsfri) dag. För att säkra en robust och effektiv kvalitetssäkrad produktion är sedan följande punkter viktiga;

### Potential till rationell produktion

- En skillnad mellan dagens träsystem och betongsystem är industrialiseringsgraden, med volymmoduler som undantag. Träbyggande har dock en potential till mycket kortare byggtider än betong. För att träbyggande ska kunna konkurrera med betongbyggande behövs en ökad prefabricering eller att möjligheten att starta invändigt arbete direkt när en våning blir klar nyttjas. För dessa fall är användandet av väderskydd en förutsättning.
- Byggnadens utformning och etappuppdelning av stommontaget har stor inverkan på möjligheterna att ta fram en kostnadseffektiv och rationell väderskyddslösning, och ett effektivt stom- och väderskyddsmontage. Exempelvis byggnaden delas upp i segment för att öka flexibiliteten.
- Väderskyddsfrågan behöver tas upp i ett tidigt skede av projekteringen, tillsammans med stomvalet. Detta för att kunna få med väderskyddskostnaderna i kalkylen och kunna utnyttja möjligheterna att med väderskyddet som förutsättningar lägga upp en mer rationell produktionsprocess.
- Använd väderskyddsleverantörernas kompetens i att ta fram alternativ och dimensionera dessa. Tillämpa inte för hårt styrda förfrågningsunderlag till väderskyddsleverantören, utan håll möjligheterna öppna för att tillsammans med väderskyddsleverantörer och stomleverantörer diskutera olika lösningar.
- Väderskyddsfrågan är inte bara en produktionsfråga utan även en fråga för beställaren. Beställaren behöver definiera vad de avser med väderskydd, snarare än exakt lösning.
- Vid val av lämpligt väderskyddssystem har både de projektspecifika förutsättningarna och de omgivande förutsättningarna en betydelse för lämpligt val av väderskyddssystem. Det är ett komplicerat samspel mellan dimensionering av väderskyddssystemets olika parametrar och därför viktigt att få med väderskyddsleverantören i tidigt skede.
- Bra val kring stomme och väderskydd innebär inte enbart en styrd kvalitetsprocess, med en proaktiv strategi, utan även produktivitet fördelar och minskad byggtid.

### Kostnadseffektivitet

- Investeringen i väderskydd medför en synlig kostnad (1-3% av produktionskostnaden enligt tidigare studier) men möjliggör samtidigt en minskning av andra kostnader och ökad effektivitet. Genom att använda väderskyddssystem och utnyttja träsystemets potential till en mer rationell produktionsprocess finns en avsevärd potential till förutsägbart intjäning av tid och därmed även kostnader.
- Kunskapen om väderskyddskalkyler behöver utvecklas. Nyttor med väderskydd är ofta mjuka parametrar som inte säkert tas upp i kalkylen, även om vissa modeller finns. På samma sätt är alternativkostnader till att inte använda väderskydd ofta risker som kanske inte prissätts i projektet eller inte fullt relateras till valet av väderskydd och kvalitetsstrategi. Gör därför en kostnads-/nyttoanalys i kalkylskede:
  - Beakta fördelarna med att använda väderskydd och prissätt dessa.
  - Beakta risker, konsekvens, och sannolikhet av skada och prissätt dessa.



## Lathund

- Det behövs ökad kunskap om möjligheter och begränsningar för väderskydd och större trästommar i byggbranschen. Förhoppningen med detta projekt har varit att samla sådan kunskap och starta en gemensam dialog mellan väderskyddsleverantörer, leverantörer av byggsystem i trä och entreprenörer och tillgängliggöra information för att minska insteget till att använda väderskydd i projekt.
- Tänk på möjligheter och begränsningar med väderskyddet och vad som är viktigt och behövs för det aktuella projektet. Involvera väderskyddsleverantören tidigt för att hjälpa till i processen att ta fram bra lösningar till det specifika projektet.
- Använd framtagna tabeller (avsnitt 5.3) som underlag för diskussion av vilket väderskyddssystem som skulle kunna vara lämpligt till stomsystemet.

## 6.1 Förslag till vidare studier

Det har under arbetets gång blivit mycket tydligt att underlaget för att kunna synliggöra nyttan av väderskydd kalkylmässigt är dåligt. Kostnaden för väderskydd är en tydlig minuspost, men nyttorna är ofta mjuka parametrar som kvalitetsfördelar, arbetsmiljö och förväntad effektivitetsökning som är svåra att prissätta, och sambanden är komplexa. Det finns vissa modeller för detta, men de verkar inte användas i stor utsträckning. Vidare är alternativ- och riskkostnaderna för att inte använda väderskydd ofta inte synliggjorda i kalkylen som enskilda poster, som kostnaden kan jämföras emot.

Det skulle behövas studier och kalkyljämförelser på detta område, för att ge ett bättre, helst branschgemensamt underlag till kalkyler och kostnads/nyttoanalyser för väderskydd i projekt. Den excelfil som Teknologisk Institut har tagit fram för den danska marknaden skulle kunna undersökas och om möjligt utvecklas för svensk lagstiftning, arbetsmarknad och praxis.

## 7. LITTERATURFÖRTECKNING

- Arbetsmiljöverket. (2013). *AFS 2013:4 Ställningar*. Anna Middelman.
- Arfvidsson, J., Harderup, L.-E., & Samuelson, I. (2017). *Fukthandbok*. Stockholm: Svenskt byggtjänst.
- Axelsson, K., Larsson, B., Sandberg, S., & Söderlind, L. (2004). *Väderskyddad produktion - möjligheter och erfarenheter*. Göteborg: FoU Väst (SBUF 11259).
- Boverket. (1993). *Boverkets Byggregler BFS 1993:57 BBR 1. Grundförfattning. Ikraftträdande den 1 januari 1994*. Karlskrona: Boverket. Hämtat från <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/1993-57BBR-1.pdf>
- Boverket. (2006). *Boverkets Byggregler BFS 2006:12 BBR 12. Ändring och omtryck. Ikraftträdande den 1 juli 2006*. Karlskrona: Boverket. Hämtat från <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2006-12BBR12.pdf>
- Boverket. (2011). *Regelsamling för byggande, BBR 2012 Ny grundförfattning BFS 2011:6, BBR 18, med ändringar t.o.m. BFS 2011:26, BBR19. Ikraftträdande den 2 maj 2011*. Karlskrona: Boverket. Hämtat från <https://www.boverket.se/contentassets/b7aa3b9e97a0408a8f0f7bbeee3c27e5/regelsamling-for-byggande-bbr-2012.pdf>
- Boverket. (2018). *Boverkets Byggregler, konsoliderad version. BFS 2011:6 BBR18 med ändringar till och med BFS 2018:4 BBR26*. Hämtat från [https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad\\_br\\_2011-6.pdf](https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_br_2011-6.pdf)
- Direktoratet for byggkvalitet. (2017). Byggteknisk forskrift (TEK17). Hämtat från <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/> den 17 04 2018
- Fuktsäkerhet. (den 26 06 2018). *Fuktsäkra byggnader*. Hämtat från Väderskydd: <http://www.fuktsakerhet.se/sv/fukt/vaderskydd/Sidor/default.aspx>
- Moström, L., & Asplund, E. (1996). *Framtidens produktionsmiljö - Vägen till det väderoberoende byggandet*. Göteborg: FoU Väst (SBUF 4062).
- Moström, L., Asplund, E., & Samuelson, B. (1999). *Framtidens produktionsmiljö - Vägen till ett industriellt platsbyggande*. Göteborg: FoU Väst (SBUF 7046).
- Norling Mjörnell, K. (2007). *ByggaF*. Sveriges Byggindustrier.
- SBUF-projekt 11337. (2007). *Fuktsäkerhet i byggprocessen*. Hämtat från [https://www.sbuf.se/search/?q=11337&hPP=10&idx=SBUF&p=0&dFR%5BStatus%5D%5B0%5D=Avslutat&dFR%5BType%5D%5B0%5D=Projekt&is\\_v=1#](https://www.sbuf.se/search/?q=11337&hPP=10&idx=SBUF&p=0&dFR%5BStatus%5D%5B0%5D=Avslutat&dFR%5BType%5D%5B0%5D=Projekt&is_v=1#)
- SIS Swedish Standards Institute. (2018). *Temporära konstruktioner- Väderskydd- krav och utförande*. Göteborg: SIS Swedish Standards Institute.
- Svenskt trä. (den 24 10 2018). *Fuktkvot och fuktkvotsmätning*. Hämtat från [www.svensktra.se](http://www.svensktra.se)
- Svenskt trä, Fuktttransport och fuktupptagning. (den 17 09 2018). *Svenskt trä, Fuktttransport och fuktupptagning*. Hämtat från Svenskt trä: <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/fukt/fukt/fuktttransport-och-fuktupptagning/>

- Svenskt trä, Trä i byggprocessen. (den 26 06 2018). *Svenskt trä*. Hämtat från Svenskt trä, Trä i byggprocessen: <https://www.svenskttra.se/om-tra/att-valja-tra/bygga-i-tra/>
- Svenskt trä, Trä och fukt. (den 16 09 2018). *Svenskt trä, Trä och fukt*. Hämtat från Svenskt trä: <https://www.svenskttra.se/om-tra/att-valja-tra/tra-och-fukt/>
- Svenskt trä, Trä är ett hållbart byggmaterial. (den 16 09 2018). *Svenskt trä, Trä är ett hållbart byggmaterial*. Hämtat från Svenskt trä: <https://www.svenskttra.se/om-tra/att-valja-tra/tra-och-miljo/tra-ar-ett-hallbart-byggmaterial/>
- Söderlind, L., Axelson, K., Larsson, B., & Rylander, H. (2006). *Väderskyddad produktionsmiljö - Framtidens byggande*. Göteborg/Halmstad: SBUF 10103.
- Söderlind, L., Axelson, K., Larsson, B., & Rylander, H. (2008). *Framtidens platsbyggande - En förstudie*. Göteborg: FoU Väst (SBUF 11890).
- Teknologisk Institut. (den 23 05 2018). *Cost Benefit Model - 19. November 2007*. Hämtat från Teknologisk Institut - Vinterkonsulterne: [https://www.teknologisk.dk/\\_/media/27902\\_Cost%20Benefit%20Model%20-%2019.%20maj%202007.xls](https://www.teknologisk.dk/_/media/27902_Cost%20Benefit%20Model%20-%2019.%20maj%202007.xls)
- Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (den 25 10 2018). Dansk bygningsreglemente 2018 (BR18). København, Danmark.
- Träguiden. (den 26 Juni 2018). *10.3.1 Väderskydd under byggtiden*. Hämtat från Träguiden: <https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/upphandling-och-montage/10.3-skydd-av-konstruktionen-under-byggtiden/10.3.1-vaderskydd-under-byggtiden/>
- Träguiden Mikroorganismer. (den 07 09 2018). *Träguiden Mikroorganismer*. Hämtat från Träguiden Mikroorganismer: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/bestandighet1/mikroorganismer1/>

## BILAGA A

Tabell 7: Erfarenheter från tidigare studier, tabell hämtat från rapport Väderskyddad produktion- möjligheter och erfarenheter (SBUF 11259).

Aspekter	Beställare	Utförare: projektör, entreprenör, UE
Utförande, kvalitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• färre fuktskador</li> <li>• jämnare produktionskvalitet</li> <li>• färre störningar för kvarboende</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• färre besiktningsanmärkningar</li> <li>• bättre uttorkningskontroll</li> <li>• möjlighet att använda bättre tekniska lösningar för t ex tak</li> <li>• minskat risktagande</li> </ul>
Tid, färdigställande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kortare färdigställandetid</li> <li>• möjlighet att påbörja byggandet oberoende av årstid</li> <li>• planerad tidplan för inflyttning håller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kortare produktionstid</li> <li>• säkrare tidsplanering</li> <li>• bättre tidssamverkan mellan projektör, entreprenör och UE</li> </ul>
Ekonomi*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ökad säkerhet i kalkyler</li> <li>• lägre årskostnader</li> <li>• lägre kreditivkostnader</li> <li>• hyresintäkter tidigare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ökad säkerhet i kalkyler, lägre risk</li> <li>• färre produktionsstörningar</li> <li>• lägre personalomsättning</li> <li>• ökad produktivitet</li> <li>• lägre gemensamma kostnader</li> </ul>
Arbetsmiljö		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bättre arbetsmiljö</li> <li>• minskad sjukfrånvaro</li> <li>• bättre trivsel och motivation</li> <li>• produktion över hela året</li> <li>• inget behov av särskilt varma kläder</li> </ul>
Material-administration		<ul style="list-style-type: none"> <li>• material kan tas in i tidigare skeden</li> <li>• material behöver inte täckas</li> <li>• större frihet att använda fuktkänsliga material</li> </ul>
Produktionsmetoder, hjälpmedel		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lättare att använda tillfällig el, tryckluft</li> <li>• bättre möjlighet att använda elektronik</li> <li>• möjlighet att använda mer lyft-hjälpmedel som teltrar, traverser</li> <li>• enklare att skapa bra arbetsbelysning</li> <li>• mindre antal moment med underifrån-upp-moment vid t.ex. takarbeten</li> </ul>
Förvaltning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• färre störningar för ev. kvarboende</li> <li>• färre kvalitetsbrister</li> <li>• tidigare inflyttning för boende</li> </ul>	

## BILAGA B

Tabell 8: Riktlinjer kring uppförande av stomsystem, baserat på frågor till stomtillverkare-/leverantörer och – entreprenörer samt Svenskt trä.

Stomsystem	Montagemetoder	Montagetider	Största elementvikt	Geometri flerbostadshus
<b>Volymmoduler</b>	<p>Volymelement levereras oftast med installationer och inre ytskikt från fabrik. Modul för modul sätts på plats bredvid varandra våningsvis. Vertikal etappindelning är ofta något som används. Man klarar vanligtvis att montera en del av en fyra-våningsbyggnad på en dag. Före arbetsdagen slut läggs det på ett förtillverkat tak.</p>	<p>Denna typ av stomsystem har relativt korta montagetider. Dock monteras modulerna inte gärna vid regn och därmed kräver systemet en viss monterings-flexibilitet.</p> <p>Uppskattad användning för väderskydd för typhus volymmoduler (se kapitel 4.2.1): 2 veckor</p>	Ca 10 ton	<p>Geometrier varierar från fall till fall och behöver klargöras i varje enskilt fall. Men vanligtvis förekommer dessa stomsystem i höjder om ca 4-6 våningar. Längden bestäms / begränsas ofta av estetiska skäl eller platsbegränsningar. Bredden begränsas ofta av transportmöjlighet av moduler, ca 8-13 m.</p>
<b>Pelar-balksystem</b>	<p>Pelar-balksystem används främst då fasaderna har stora öppningar eller om man vill uppnå stora öppna golvytor inne i en byggnad. Förfarandet vid byggnation kan ofta beskrivas som följande.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Trapphus</li> <li>Stabiliserande enheter, fackverk monteras för hela huset</li> <li>Pelare/balkar monteras för hela huset</li> <li>Huset delas in i 6 st. segment, så kallade torn. Bjälklagskassetter monteras tornvis, ett torn monteras till fullhöjd och tak sätts på tornet</li> <li>Därefter monteras ett annat torn med bjälklagskassetter och tak på den delen.</li> </ol>	<p>Uppskattad användning för väderskydd för typhus volymmoduler (se kapitel 4.2.1): 4 månader</p>	Ca 5 ton för fackverk, 800 kg bjälklagskassetter.	<p>Geometrier varierar från fall till fall och behöver klargöras i varje enskilt fall.</p>
<b>Massivträsystem</b>	<p>Detta stomsystem är i huvudsak konstruerat av bjälklag och/eller väggar med massivträskivor som ansluts till varandra. Denna typ av stomsystem lämpar sig för många olika typer av byggnader. Detta stomsystem kan utföras med relativ hög prefabriceringsgrad.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Väggarna monteras våningsvis. Trapphusen monteras samtidigt.</li> <li>Bjälklag monteras per våning</li> <li>Tak monteras</li> </ol>	<p>Uppskattad användning för väderskydd för typhus volymmoduler (se kapitel 4.2.1): 6 månader</p>	Ca 1500 kg.	<p>Geometrier varierar från fall till fall och behöver klargöras i varje enskilt fall. Mått som förekommer är bredd 10-12 m, längd 30-40 m höjd upp till ca 8 våningar.</p>