



## Träbyggnad utan vädertält

A Working Lab - AWL  
Innovationsledare, Jan Henningsson  
2019-09-10



Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 1/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Innehållsförteckning

<b>Projektinformation</b> .....	<b>3</b>
1. Bakgrund .....	3
2. Syfte och mål .....	4
3. Planerade nyttor .....	4
<b>Projektgenomförande</b> .....	<b>4</b>
1. Genomförande .....	4
2. Erhållna nyttor .....	19
3. Avvikelser i genomförande .....	20
<b>Lärdomar och utvecklingspotential</b> .....	<b>20</b>
<b>Kunskapsåterföring</b> .....	<b>24</b>

Bilaga 1	Program för fuktsäkring av trästomme
Bilaga 2	Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 2/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Projektinformation

### 1. Bakgrund

Projekt AWL (a working lab), som tillhör Johanneberg Science Park, är ett kontorshus i 7 våningar med stomme av i huvudsak trä. Bjälklagen utgörs av 230 mm korslimmat trä, s k KL-trä, och bärande pelare av limträ. Upplagsbalkar är hattprofiler av stål. Källaren är av platsgjuten betong och plan 1 är en kombination av platta på mark och prefabricerade betongplattor. Yttertakets konstruktion är oventilerad, oorganisk, konstruktion med bärande plåt av typen TRP. Fasaden utgörs av ett glasfasadssystem från Schuco, s k Curtain Wall.

Ambitionen i programskedet var att använda heltäckande vädertält för att minimera risk för fuktpåverkan på trästommen under byggnationen. Samarbete inleddes med leverantörer av vädertält för att tillsammans med dem utvärdera lämplig typ med hänsyn till projektets förutsättningar. Snart insåg vi svårigheterna med ett sådant tält, dels på grund av byggandens långa spännvidd och erforderlig storlek på tältet, dels tomtens beskaffenhet och trånga arbetsytor. En tältkonstruktion skulle helt enkelt inte få plats på tomten utan hamna ute i gatumiljön. Även om det skulle gått att ha heltäckande vädertält skulle utförandet blivit ytterst komplicerat och ej ekonomiskt försvarbart. Projektledningen fattade då beslutet att inte använda heltäckande vädertält och utreda vilka andra alternativ som fanns att tillgå.

En arbetsgrupp bestående av representanter från Akademiska Hus och samverkansentreprenören Byggdialog samt Polygon, Integra, Fyren projektpartner och White/NL Miljö bildades i projekteringskedet. Målet var att hitta en alternativ metod för fuktsäkring av stommen. Gruppens arbete resulterade i ett kravdokument "Program för fuktsäkring av trästomme". Programmet har följts och stämts av löpande under uppförandet av stommen och fram till tätt hus. I processen med att utforma krav, följa upp, mäta och dokumentera har en fuktsakkunnig för Akademiska Hus och en fuktsäkerhetsansvarig för entreprenören deltagit. Projektledningen och fuktsakkunnig bjöd in RISE att delta med en oberoende fältstudie för att få ytterligare uppföljning av metodvalet.

Utgångspunkten för vår "metod" bygger i allt väsentligt på tidigare erfarenheter av att bygga trästomme utan heltäckande vädertält. I systemhandlingsskedet besökte vi Ulls Hus i Ulltuna som är en kontorsbyggnad av massivträ, byggd 2010 av Akademiska hus. Vi bjöd in fuktsäkerhetskonsulten för trähusprojektet Valla Berså i Linköping och fick ta del av många viktiga och praktiska lösningar som vi utgått ifrån i vår projektering. Vi rådgjorde också med flera fuktexperter och ordnade seminarium tillsammans med RISE för input kring senaste forskningsrön.

I fuktsäkerhetsarbetet har vi utgått ifrån 5 viktiga aspekter:

- "Tätt hus" så snabbt som möjligt, så att trä utsätts för vatten i minsta möjliga omfattning
- Täckning med plastfolie eller papp kan göra mer skada än nytta p g a kondens
- Undvik stående vatten på bjälklag
- Täckning av elementskarvar och ändträ, t ex genom tejning, snarast efter montage
- Detaljer designas för att minimera fuktpåverkan.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 3/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## 2. Syfte och mål

Trähusbyggandet kommer troligen att öka framöver inte minst till följd av ökade krav på hållbart byggande. Vid förtätning i innerstadsmiljö, som i vårt fall, saknas ofta de ytor som krävs för att bygga med heltäckande väderskydd, vilket kräver nya tankesätt vid fuktsäkring då vi bygger i trä.

I projekt AWL har vi byggt med en alternativ metod och inte väderskyddat med vanliga standardmetoder. Vi har haft periodvis otäckta träbjälklag och försökt forcera byggnationen så mycket som möjligt istället. Vi har förutom rent konstruktiva lösningar planerat för olika detaljlösningar, t ex skydd av ändträ, tejpade elementskarvar, snabbt täta våningsplan, provisoriska brunnar, strategiska mätpunkter för loggning och dokumentation av fuktkvot och alternativa analysmetoder.

Syftet med arbetet har varit att hitta ett godtagbart alternativ till heltäckande vädertält och ett snabbt och effektivt sätt att resa trähus. Vår förhoppning är att resultatet skall komma till användning i kommande trähusprojekt både inom Akademiska Hus och övriga branschen.

## 3. Planerade nyttor

Projektet förväntas tillföra Akademiska Hus följande nyttor:

- Med hjälp av smarta och genomtänkta lösningar går det att bygga trästomme fuktsäkert utan ett heltäckande vädertält. Resultat och detaljlösningar är i första hand tänkta att kunna appliceras på nyproduktion av liknande byggnader som uppförs med stomme av massivträ.
- Koldioxidavtrycket minskar genom att bygga trästomme istället för stomme av betong.
- Stomme av massivträ kan effektivisera byggandet, förkorta byggtiden och minska kostnaderna.
- Energikrävande torkinsatser minskar med trästomme.
- Snabbare montage än med betongstomme av innerväggar med känsligt material som gips och trä eftersom tätt hus och bra inomhusklimat kan uppnås tidigt.
- Mattläggning enligt tidplan utan risk för kostsamma åtgärder p g a för hög relativ fuktighet (RF) i underlag av betong.

## Projektgenomförande

### 1. Genomförande

#### 1.1 Förutsättningar

Det program som togs fram av arbetsgruppen "Program för fuktsäkring av trästomme" har utgjort grunden för arbetet med att fuktsäkra stommen. I programmet återfinns Akademiska Hus och samverkans-entreprenörens gemensamma krav och mål för att bygga fuktsäkert (programmet bifogas denna rapport).

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 4/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.





## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

Det övergripande kravet från Akademiska Hus var att mikrobiologisk påväxt av onormal mängd, avvikande lukt eller blånad inte fick förekomma på trä. Inget inbyggt trä fick ha högre fuktkvot (FK) än 16 %. Målfuktkvot vid leverans skulle vara max vara 12 %, d v s 12 +-2 %.

Förutsättningarna för att nå kraven sammanfattas under sex rubriker; test av KL-trä, leverans, mottagning, montage, uppföljning och beredskap.

### Test av KL-trä

- Inledande test på provblock för att utvärdera KL-träets fukttålighet och funktion vid ytbehandling av ändträ.

### Leverans

- Limträ och KL-trä levereras med heltäckande, oskadat, emballage som bryts först vid montage.

### Mottagning

- Krav på mottagningskontroll och retur vid fuktkvot över 16 %. Vid fuktkvot över 16 % sker inget montage. Dokumentation av mätresultat.

### Montage

- Entreprenören upprättar montageordning och identifierar kritiska arbetsmoment i god tid före stommontage. Information om fuktförutsättningar med berörd arbetsplatspersonal.
- Snabbt montage och tätt våningsplan så fort som möjligt för att minimera tid för stående vatten på bjälklag. Montage av bjälklag, balkar och pelare beräknades ta 8 arbetsdagar (ca 2 arbetsveckor) per plan och etapp (3 etapper). Därefter start av yttre beklädnad och provisorisk täckning av öppningar.
- Montage av papp över bjälklagskanter direkt efter monterat bjälklag för att skydda ändträ.
- Tejpning av alla elementskarvar och möten mellan träbjälklag och betongschakt direkt efter monterat bjälklag. Åtgärderna skall skydda skarvar från uppfuktning samt förhindra läckage till underliggande våningar. Inget montage av element vid regn i den omfattning att tejp inte fäster på bjälklag. Plywood över upplagsbalkar utgörs av formplywood.
- Utsatta limträpelare täcks med "hätta" eller motsvarande i överkant av pelare för att skydda ändträ.
- Provisoriskt tak över trapphus/schakt som lyfts med i takt med stommontage
- För att skydda terrasser kläs dessa med papp som varmklistras direkt efter montage.
- Invändiga dagvattensystem byggs in i takt med stomresning för att avleda vatten under stommontage.
- Inget trä får förekomma i utfackningsvägg.

### Uppföljning

- Regelbunden kontroll och dokumentation av fuktkvot i bjälklag och limträ. Givare installeras på strategiska platser på ett flertal pelare och i bjälklag.
- Mikrobiologisk analys och sk Lumitest på ytor som varit fuktiga (över 16 % FK).

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 5/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.

Beredskap

- Reservbjälklag skall finnas för att minimera risk för montagestörningar. Förvaras i materialtält. Reservdag för dåligt väder.
- Vatten avlägsnas från bjälklag så snabbt som möjligt m h a våtsug, pump, rakor etc.
- Vattenavledning från terrasser m h a provisoriska brunnar till dagvattensystem.
- Kontinuerlig kontroll av provisoriska väderskydd (tejp, papp mm) genom daglig syn.
- Smuts på bjälklag undviks genom att lägga sk Turf mattor framför hissar och i trapphus samt provisorisk asfaltering runt hus.
- Åtgärd vid mikrobiologisk påväxt: Huvudregel är mekanisk slipning av bjälklag och limträ som utsatts för förhöjd fuktkvot med mikrobiell påväxt som följd. Verifierande efterkontroll genom Mikrobiologisk analys och sk Lumitest.

**1.2 Utfall**

Tester av KL-trä

Vi beställde några provblock av KL-trä för att "lite ovetenskapligt" testa fukttålighet, funktion av ytbehandling på ändträ och fästförmåga på tejp. 6 st provbitar, ca 1x1 m<sup>2</sup> placerades på bodetablringens tak och fick ligga ute i snö och regn i ca 3 månader. Under denna tid mättes fuktkvoten på olika djup i centrum av blocken och ute i kanterna.



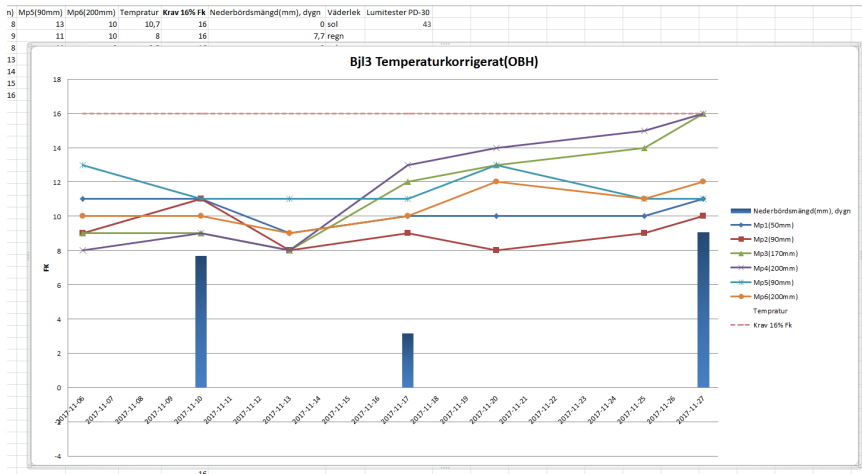
1. Test av KL-trä på bodetablringens tak

Mätningarna visade att KL-träet stod emot fukt tillfredsställande de tre första veckorna både med och utan behandling av ändträ. Efter tre veckor ökade FK över 16 %. Detta talade för att ett snabbt montage och vädertäta våningsplan var en framkomlig väg för att minska risk för fuktpåverkan.

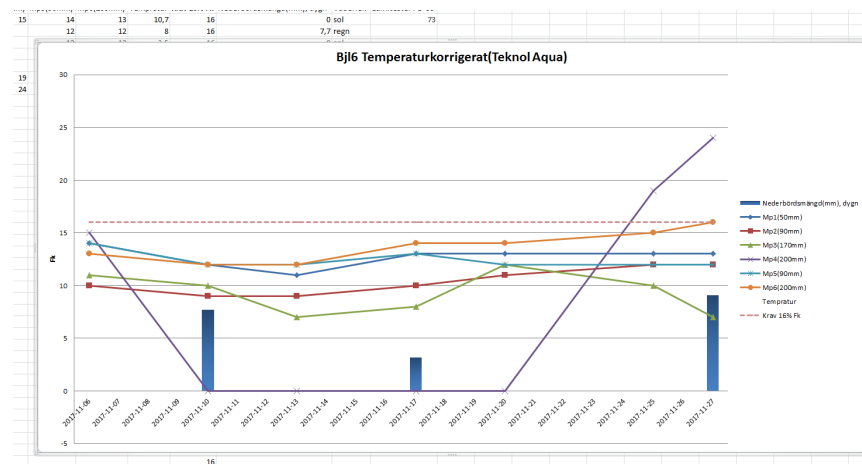
Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 6/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.



# Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL



## 2. Utan ytbehandling av ändträ



## 3. Ytbehandling av ändträ med Tekno Acua

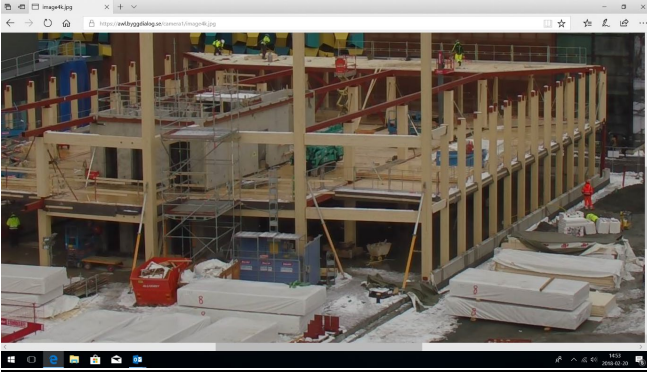
Ytbehandlingar med Sto Gold Coat och Tekno Acua gav inte någon nämnvärd positiv effekt på fuktkvoten efter 3 veckor, varför beslut fattades att inte behandla ändträ.

Tejp av typen 3 M Fast visade sig fästa bäst även vid något fuktig väderlek och valdes för att tejpa elementskarvar.

### Leverans

Vid första leveransen öppnades buntarna med KL-trä så att element låg helt eller delvis otäckta flera dagar innan montage. Detta korrigerades snabbt efter påpekande och fungerade därefter tillfredställande. Buntarna kunde förvaras uppallade och öppnades på arbetsplatsen tills det var dags för montage.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 7/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



4.Förvaring av bjälklagelement

### Mottagning

Mottagningskontroll med fuktkvotsmätning utfördes på KL-element och i limträ vid leverans. Inga leveransfuktkvoter över 14 %, inklusive temperaturkorrigering, noterades. Resultat från mätningar sammanställdes och dokumenterades av leverantören. Kravet på målfuktkvot 12 % vid leverans var således ett rimligt krav och har ej varit svårt att uppfylla från leverantör av KL-trä.



5. Mottagningskontroll m fuktkvotsmätning



6. FK i KL-element 9,1% + ca 2% temperaturkorrigering pga utetemperatur

### Montage

#### *Tejpnig av skarvar*

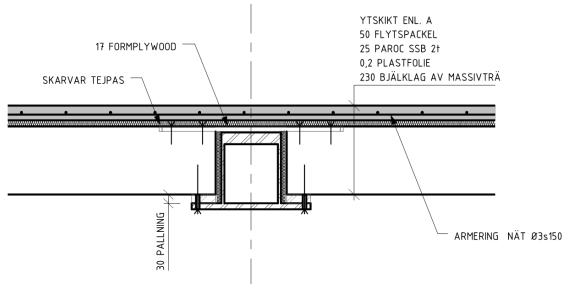
Vid montage av första träbjälklaget, plan 2, lades en remsa av formplywood i försänkningen över upplagsbalkarna enligt K-handling. Sedan tejpades skarven mellan plywoodskivan och KL-elementet för att tätas bjälklaget och inte få vattenläckage genom skarven. Detta utförande visade sig ta mycket tid plus att det kom rikligt med snö vid montage tillfället vilket försvårade arbetet. Vi såg också en risk att bygga in fukt under plywoodskivorna som vi inte tidigare förutsett. Fr o m plan 3 ändrade vi utförande och lät istället försänkningarna vara öppna men med tejpad skarvar.

Vi kom fram till att det var bättre att kontinuerligt hålla undan vatten från försänkningarna m h a våtsug än att riskera att bygga in vatten som vi inte hade kontroll på.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 8/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.



Även hål för lyftöglor tejpades för att förhindra vattensamling i dessa.



7. Detalj av upplagsbalk enl K-handling



8. Formplywood över balk och tejp plan 2



9. Tejp i skarv trä/stålbalk plan 3



10. Tejp i skarv mellan element och trä/betong

Senare skulle det visa sig att det var svårt att få skarvar, anslutningar mm helt täta med hjälp av tejp. Tejpen skadades även av slitage, påkörning, svetsloppor etc. Lagning av brister i tejp utfördes löpande men gick inte att övervaka fullt ut. Bristerna ledde till några läckage genom skarvar och till våningarna under.

Vi noterade att tejpen fäste något sämre mot kallt stål samt att viss kondens bildades på undersidan av tejp vid stål. Denna kondensrisk uppmärksammades även på terrasser under papp vid stål.

#### Skydd av bjälklagskanter

För att skydda ändträ efter montage av bjälklag och fram till "yttre beklädnad" lades ett provisorisk skydd över bjälklagskanten. Skyddet bestod av en slittålig papp som häftades med hjälp av en regel över kanten.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 9/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.



Runt limträpelare gjordes en ursparing i papp som tejpdades mot pelarsidorna. Utförandet fungerade tillfredställande förutom i hörn där det var svårt att få pappen att sitta kvar.



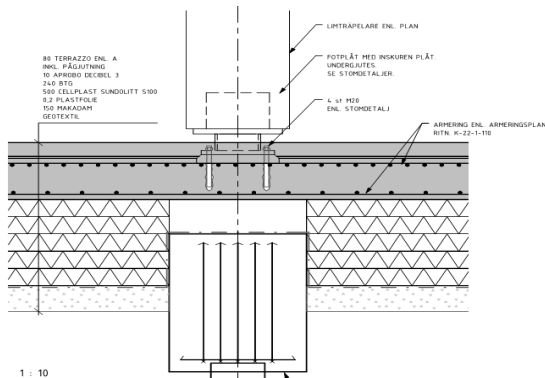
11. Papp som provisoriskt skydd över valvkanter



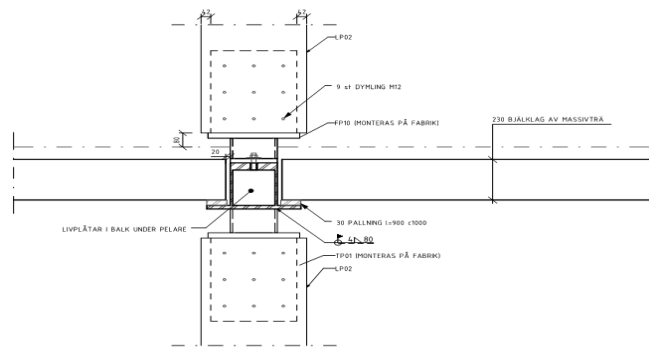
12. Ursparing i papp runt pelare

### Skydd av limträpelare

Pelarna har "lyfts" från underlaget vilket inneburit att inget ändträ blivit uppfuktat. Inga höga fuktkvoter noterades i underkant limträ.



13. K-detalj limträpelare plan 1



14. K-detalj limträpelare plan 2-7

Skydd av ändträ bedömdes nödvändigt i överkanten av de höga limträpelarna i fasaden. Dessa pelare skulle vara exponerade längst för väta. Skyddet utgjordes av en bit formplywood med övermått som applicerades i samband med montage. Vid några enstaka tillfällen missades fuktskyddet och fick sättas dit i efterhand med hjälp av kranbil.

Senare skulle det visa sig att även överkanten på de korta limträpelarna hade behövt fuktskydd. Pelarna i mötet mellan flera stålbalkar var särskilt utsatta för väta ovanifrån innan det blivit tätt.

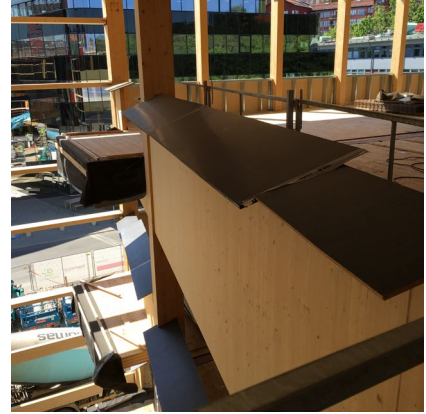
Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 10/24
Dokumentägare: Akademiska Hus		Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White		Revidering:	Datum	Rev.



15. Pelare i fasad skyddas i ovankant.



16. Kritiskt läge för pelare i balkkors

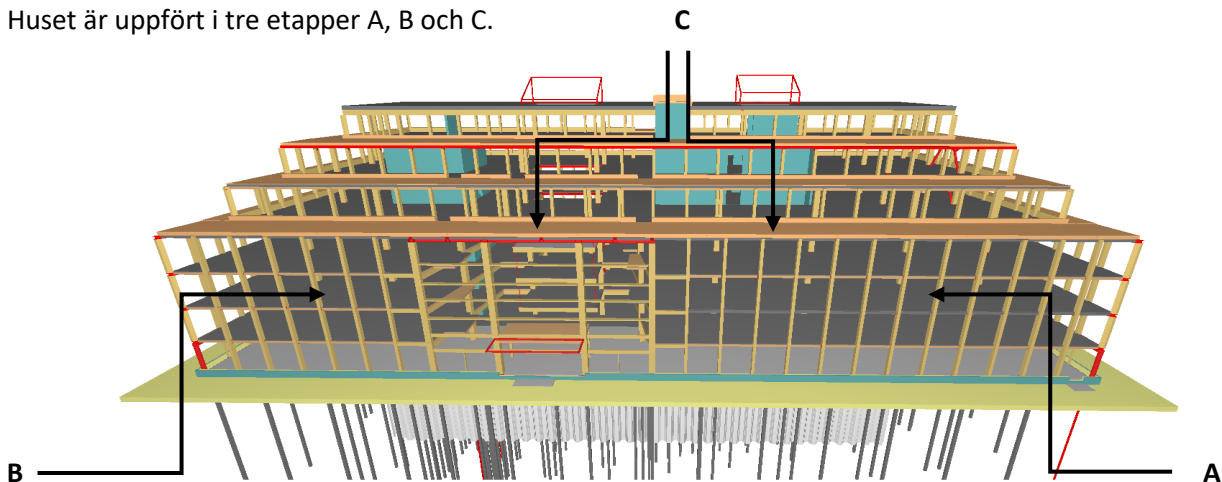


17. Provisoriskt skydd av träväggar i atrium

Under arbetets gång fick vi hitta sätt att provisoriskt skydda träväggar fram till dess att bjälklaget ovanför blivit helt tätt och fasadglaset kommit på plats. Vi la en vinklad skiva över väggen och tejpede anslutningar mot golv och pelare.

*Snabbt montage och tätt bjälklag*

Huset är uppfört i tre etapper A, B och C.



18. Etapp A mot öster 4 våningar, Etapp B mot väster 4 våningar och därefter etapp C som binder ihop etapp A och B med terrasser och plan 5-7

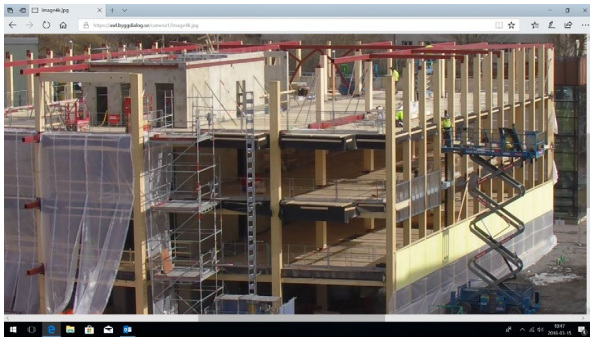
Montage av bjälklag, balkar och pelare beräknades ta 8 arbetsdagar per plan och etapp att färdigställa. Därefter planerades teoretiskt för att yttre beklädnad och provisorisk täckning av öppningar skulle starta för att snabbt få tätt våningsplan.

Montering av trästomme startade i mitten av februari 2018 och fungerade enligt plan med bara ett fåtal störningar. Vissa av våningsplanen kunde inte bli provisoriskt täta enligt ursprungsplanen på ca två veckor, vilket ledde till att de stod öppna längre än vad vi trots skulle behövas.

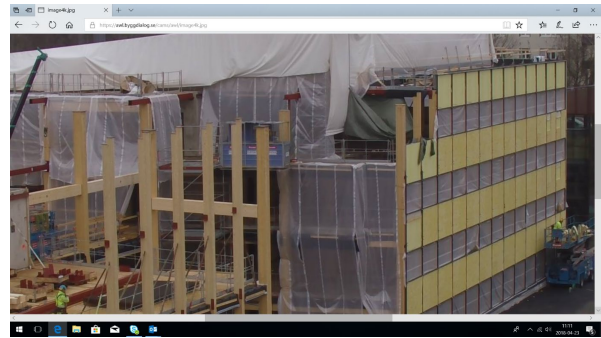
Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 11/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.

Tanken att hålla undan vatten kontinuerligt från bjälklagen med våtsug visade sig vara svårare än planerat. Vid större nederbörds mängder tog det lång tid att suga upp allt vatten från bjälklagen.

Stommen i etapp A blev klar i mitten av april. Utetemperaturen steg och även våra farhågor kring ökad risk för mikrobiologisk tillväxt. Det gemensamma beslutet togs att väderskydda översta planet i etapp A under tiden fram till att etapp C (överbyggnaden mellan etapp A och B) skulle påbörjas.



19. Montage av yttre väggskiva och inplastning i et A



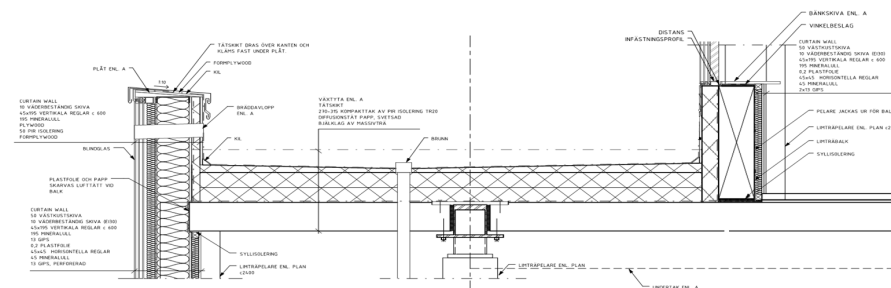
20. Montage av väderskydd över plan 5, etapp A

### Provisoriskt tak över trapphus

Det var tänkt att ett provisoriskt tak skulle byggas över trapphuset. Taket skulle lyftas med i takt med stommontaget för att skydda källare och underliggande våningar från regn. Eftersom anslutningarna mellan träbjälklag, trapphus och schakt tejpades tätt ansåg vi att risken var liten för läckage ner till underliggande våningsplan. Risken att få ner vatten i källaren via öppna schakt var större. Lösningen blev ett enklare väderskydd över öppna schakt och ventilationskanaler på varje våningsplan. Åtgärden fungerade tillfredställande. Det vatten som kommit ner i källarplan togs omhand under kontrollerade former med hjälp av dagvattenbrunn och pumpar.

### Terrasser

Underlagspapp helklistrades på terrasser direkt efter montage av terrassbjälklag för att skydda dessa från nederbörd under tiden fram till färdigt tätskikt. Papp klistrades även över sarg och bröstning. Elementskarvarna tätades före pappläggning så att inte bitumen skulle läcka genom och missfärga undersidan av bjälklagen. Skarven mellan stål balk och trä isolerades för att minimera risk för kondens under pappen. Pappläggning skedde inte vid regn.



21. K-detalj av terrass

Provisoriska brunnar monterades i terrasserna och kopplades till permanenta dagvattenrör som hade installerats i takt med stommontaget. Innan brunnarna kom på plats stod det periodvis mycket vatten på

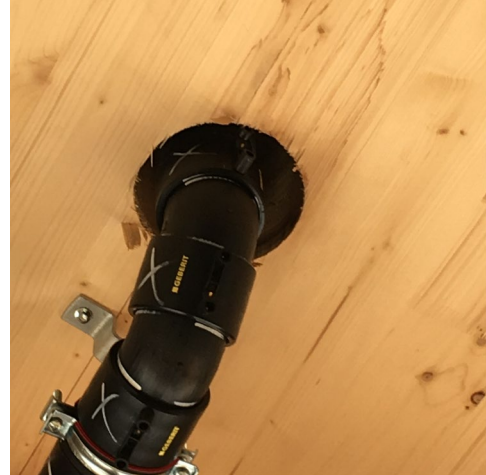
Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställt av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 12/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



terrasserna. Ett läckage upptäcktes på plan 5 från ett hål i pappen där det stått vatten. Pappen skars bort och bjälklaget fick torka ut innan ny papp kunde läggas. Några mindre läckage har förekommit lokalt vid provisoriska brunnar.



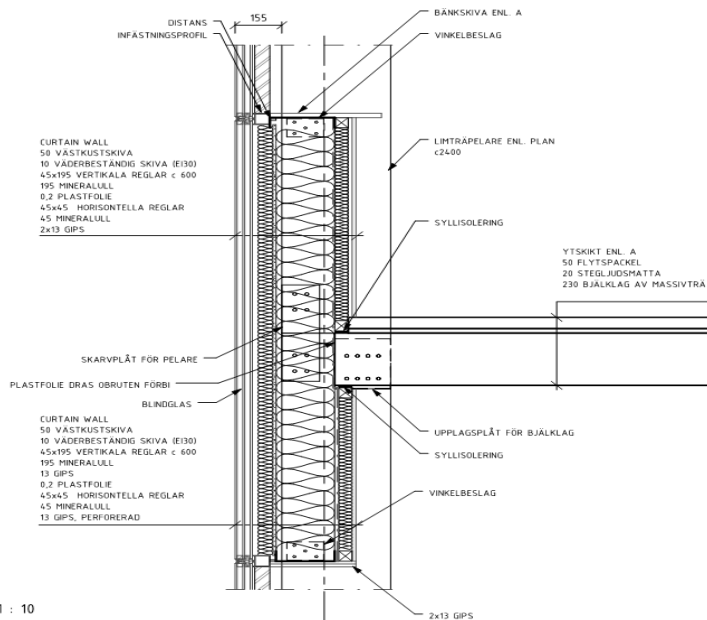
22. Utförande av underlagspapp på terrass



23. Mindre läckage vid provisorisk brunn

### Utfackningsvägg

För att minimera risk för fuktpåverkan mellan ångspärr och tät glasfasad utfördes utfackningsväggarna oorganiska.



24. K-detalj av utfackningsvägg

Under projekteringen ställdes krav på luftning av fasad för att minimera risk för fuktbuffering över tid mot limträpelare. Detta visade sig dock senare vara svårt att åstadkomma med valt system.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 13/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.

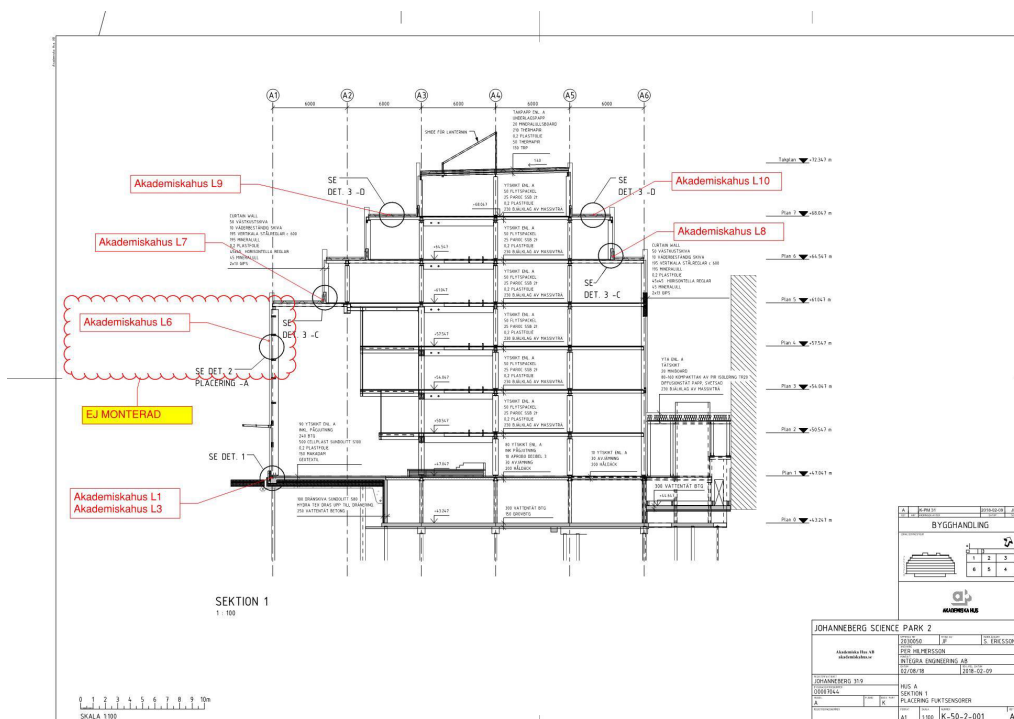


# Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

## Uppföljning

Inomhusklimat och fuktkvot i trä följdes noggrant m h a givare för fuktkvot och RF. Sammanlagt 17 givare installerades varav 8 st på våningsplan för att mäta RF och temperatur, 5 st i limträpelare i fasad för mätning av fuktkvot, 2 st i bjälklag på terrasser för mätning av fuktkvot och 2 st i luftutrymmet bakom fasadglas för mätning av RF. Fuktkvot mättes på mätdjupet 20 mm från utsida (mot kallt). Givarna kopplades sedan till ett mätprogram, Celsiveiw, där det gick att följa utvecklingen dag för dag. Sammanställning av resultat skickades kontinuerligt i rapportform till projektledning för en enklare överblick. Larm sattes även i loggningsprogrammet om fuktkvot översteg 16% för att enkelt och snabbt kunna lokalisera eventuella läckage och åtgärda dessa omgående.

Fuktkvot i limträ och bjälklag mättes även vid fuktronder. Dessa mätningar utfördes med resistansfuktkvotsmätare av typen Protometer Timbermatser med tillhörande hammarelektrod för att kunna mäta både ytligt och djupare ner i trä.



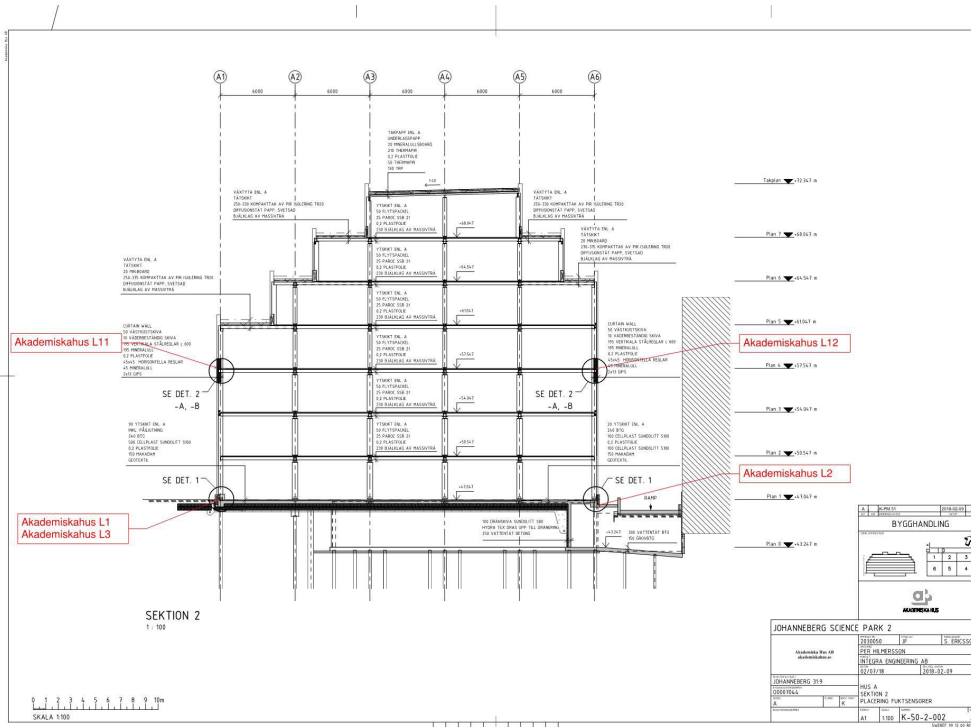
25.Placering av givare L1, L3, L7, L8, L9, L10 (fuktkvot)

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställt av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 14/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.

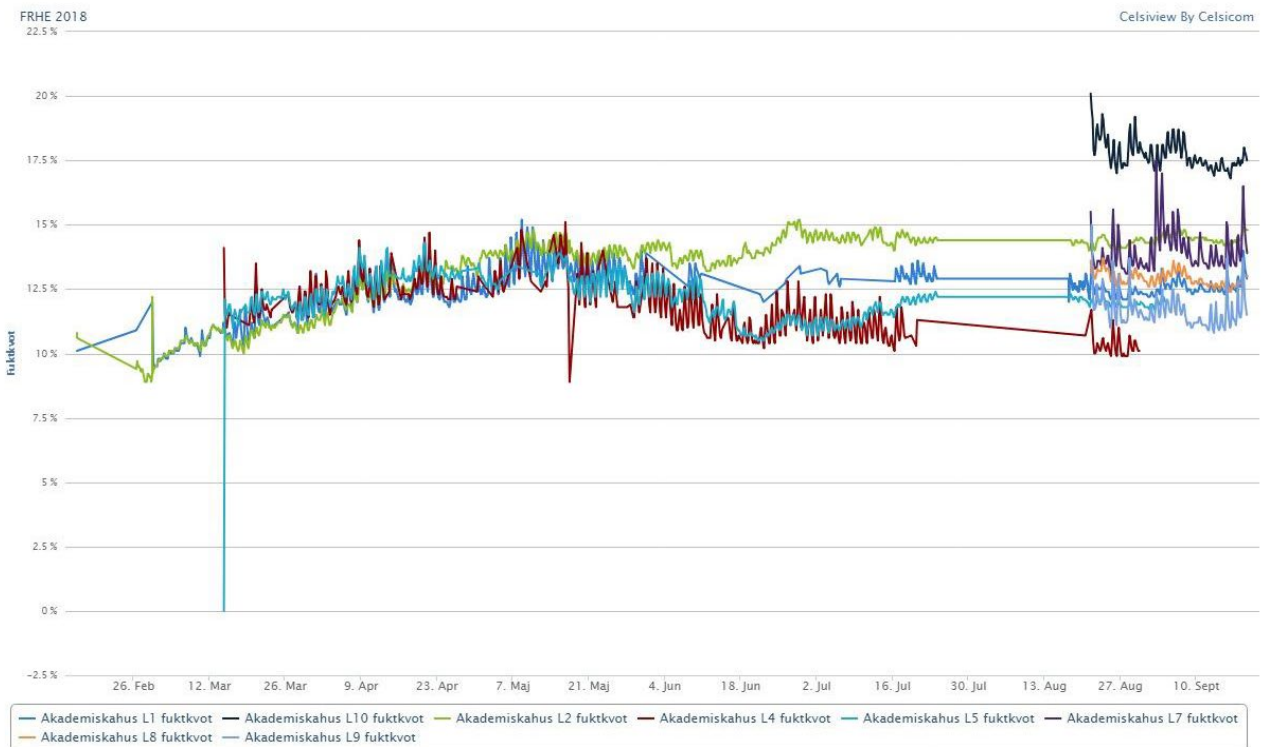




# Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL



26. Placering av givare L2, L11 (RF) och L12 (RF)



27. Mätning av fuktkvot i trä m h a givare under stomresning innan tätt hus.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställt av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 15/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.

Diagrammet visar att fuktkvot i limträpelare och balkar var under 16 % under stommontaget förutom något enstaka värde runt 17 % i slutet av montaget. I bjälklag på terrasser uppmättes 20 % fuktkvot i punkt L10, i samband med att givaren monterades. Samtliga punkter med förhöjd fuktkvot bevakades särskilt noga. Eftersom vädret var varmt och torrt och det skedde en snabb uttorkning bedömdes åtgärder ej vara aktuella.

Vid fuktronder mättes generellt under 16% fuktkvot i limträpelare och balkar. I bjälklagen mättes fuktkvoter över 16 % där det stått vatten. Förhöjda fuktkvoter mättes även i springor mellan brädor i bjälklagselement, i försänkningar, elementskarvar och hål för lyftöglor där det stått vatten.



28. Fuktpåverkat bjälklag plan 5, etapp B

För att undersöka mikrobiologisk påväxt till följd av fuktpåverkan gjordes en mängd provtagningar som skickades för labbanalys. Parallellt med labbanalys provade vi även s k Lumitest. Detta test utfördes på plats genom att "topsa" träytan. Med Lumitestet PD-30, som vi använt, fås ett mått på biomassan som kan översättas till påväxt av mögel och/eller bakterier. Svaret erhålls efter 10 sekunder. Metoden används bl a inom livsmedelsindustri. Gränsvärde för skada på Lumiskalan sattes efter noggrann efterforskning till 1000, vilket överensstämde väl med resultat av uttagna prover. Ungefär hälften av de analyserade träproverna erhöll resultatet "skadat", vilket innebar att slipning krävdes.

### Slipning

Redan i planeringsskedet och upprättande av program var utgångspunkten att viss mikrobiologisk påväxt på trä inte skulle kunna uteslutas. Som huvudregel vid påväxt bestämdes mekanisk slipning och efterkontroll genom provtagning och Lumitest. Behandling med mögel- och bakteriedödande medel samt hetvattentvätt testades men ingen utav dessa metoder fungerade tillfredsställande. Hetvattentvätt tog bort bakterier men inte svampar från ytan och mögel- och bakteriedödande medel dödade sporer men hindrade inte lukt.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 16/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.

Eftersom relativt stora ytor av bjälklag var fuktpåverkade samt att det var näst intill omöjligt att friskriva ytor m h a provtagning, beslutades att samtliga bjälklag skulle slipas i sin helhet. För slipning av bjälklagsytor användes en golvslipmaskin med tillhörande dammsugarfunktion. Kolsyreblästring och slipning utfördes i hål för lyftöglor, cirkelsåg användes för att slipa rent i springor där mikrobiologisk skada påvisats, i försänkningar användes vinkelslip med "Flexi". Ytorna dammsögs noggrant. Efter genomförd åtgärd utfördes verifierande tester antingen genom uttagna prover och/eller Lumitest som visat sig vara tillförlitligt att använda. Slipningsåtgärder avslutades först då tillfredställande värden uppnåts. Flertalet av dessa åtgärder utfördes av byggentreprenören. Slipning av bjälklagen utfördes till viss del av UE. Slipning av pelare utfördes och ingick i målningsentreprenad.



29. Verifierande provtagning



30. Bjälklag efter utförd slipning

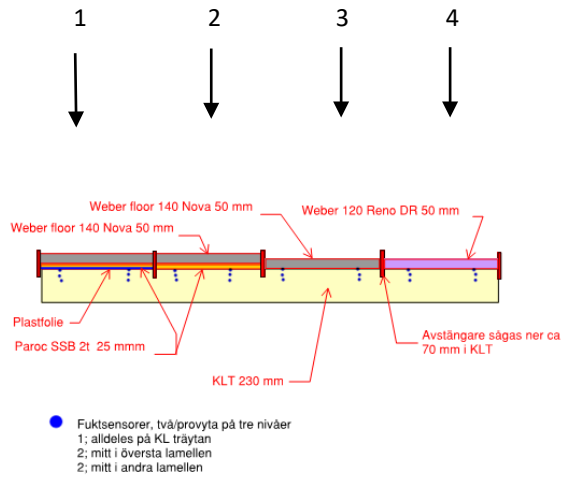
### 1.3 Tester hos RISE

#### Spackling på träbjälklag för akustik

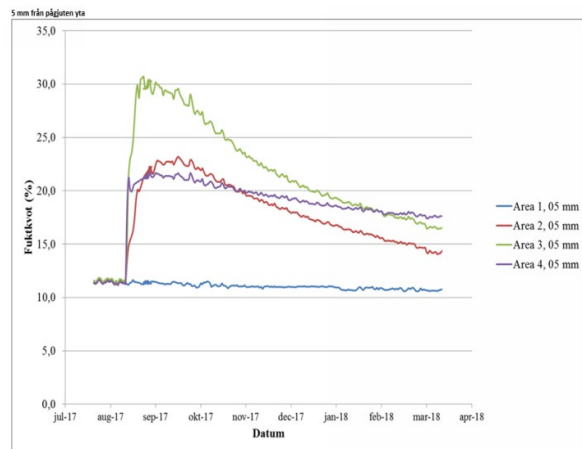
För att uppnå högt ställda ljudkrav valdes metoden att isolera och spackla ca 5 cm på träbjälklagen. Metoden valdes efter labbtester på RISE för att den förutom ljudegenskaper var tids- och kostnadseffektiv (för utförligare beskrivning se rapport "Träbyggnad med god Akustik", Per Hilmersson 18-06-12). En nackdel med spackling är dock tillförsel av stora mängder vatten vid läggningen. Vi såg stora risker för skador på träbjälklag vid felaktigt utförande. Det bestämdes, som ett sidospår, att även testa fuktpåverkan av spackel på KL-trä i labbet på RISE.

Fyra varianter av övergolv testades; normalflytspackel på mineralullsboard med och utan underliggande plastfolie, normalt och snabbtorkande spackel direkt på KLT-ytan.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL		Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag		Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 17/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White			Revidering:	Datum	Rev.



31. Testrigg

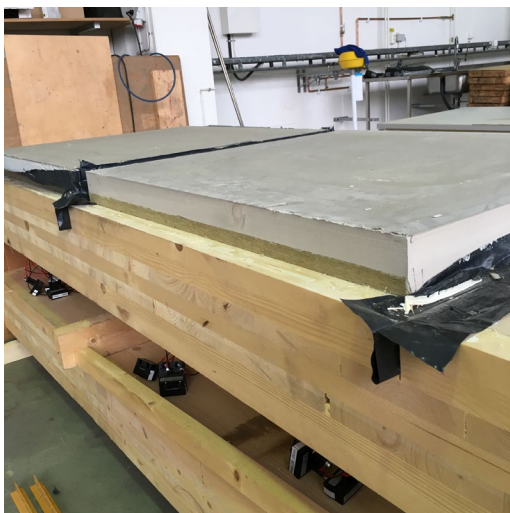


32. Fuktkvot efter 7 månader, 5 mm ner i KL-trä.

Mätningen startade i augusti 2017 och avslutades i mars 2018. Inte helt oväntat var det mest fuktsäkra sättet vid spackling att använda underliggande plastfolie. Dock krävs mycket noggrann tejping av skarvar och tätning mot väggar, pelare, hörn etc. En intressant notering var att yta 4 med snabbtorkande spackel torkade ut långsammare än normalt flytspackel, antagligen beroende på att detta skikt blir mycket tätare.

### Späckels fuktpåverkan på ljudisolering

Med konstruktionen ovan följer en risk för att stänga inne vatten som mineralullboarden suger åt sig från spacklet. Farhågor uppstod kring risk för uppkomst av lukt från boarden. Fukttestet på RISE kompletterades med provtagning och analys av board efter genomförda fuktmätningar. Vid provtagningstillfället var boarden torr, ingen lukt eller annan antydning till fuktpåverkan kunde noteras varken från isolering eller träyta.



33. Uppbyggnad av övergolv med ljudisolering



34. Provtagning på mineralullsboard

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 18/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.





## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

Analyserna visade förekomst av ammoniak och metylamin i proven. Tillräcklig halt i luftmiljö av metylamin kan lukta som av "rutten fisk". I inskickade prover noteras dock ingen sådan lukt. Inte heller mikrobiologisk påväxt av onormal mängd förekom i proverna. Enligt analysföretaget fanns således ingen risk för lukt från mineralullsboarden under förutsättning att ytterligare vatten inte tillfördes konstruktionen.

### 2. Erhållna nyttor

Nedan följer en sammanställning av erhållna nyttor av projektet:

- Smarta lösningar. Planerad nytta överensstämmer med erhållen nytta - De som varit involverade i projektet har fått med sig viktiga erfarenheter och insikter att bygga med trä utan heltäckande vädertält. Det inkluderar såväl praktiska lösningar som erfarenhet kring vad som fungerat mer eller mindre bra samt möjlig förbättringspotential. Resultatet utgör en bra bas att bygga vidare på inför kommande trähusprojekt.
- Trästomme fri från fuktskador utan heltäckande vädertält. Planerad nytta stämmer delvis med erhållen nytta - Våren och sommaren 2018 var en utav de varmaste och torraste på mycket länge. Trots detta och alla vidtagna åtgärder utsattes stommen för sådan fuktpåverkan att mekanisk slipning av hela bjälklag bedömdes vara den enda rimliga åtgärden. Slutsatsen är att det går att bygga trästomme på annat sätt än med heltäckande vädertält, men att slipning eller likvärdig åtgärd med stor sannolikhet behövs för att hantera mikrobiell påväxt i större eller mindre omfattning. Höjd bör tas för detta i kalkylskedet.
- CO<sub>2</sub>-avtryck. Planerad nytta överensstämmer med erhållen nytta - Klimatpåverkan (koldioxidavtryck) från stommen inklusive bjälklag ovan marknivå blev ca 18% lägre med trästommen i projektet jämfört med en betongstomme med HDF-bjälklag. Bjälklagen av KL-trä har på grund av kapacitetsbrist i den Svenska fabriken importerats från Österrike. Detta gav något högre klimatpåverkan jämfört med korslimmat trä producerat i Sverige. Om trä producerat i Sverige hade använts i projektet kunde klimatpåverkan från stommen ha minskats med upp till 26%.
- Stomme av massivträ kan effektivisera byggandet, förkorta byggtiden och minska kostnaderna. Planerad nytta överensstämmer på flera punkter ej med erhållen nytta – Kostnaderna för trästomme var något lite dyrare än motsvarande betongstomme med prefabelement. Montagetiden var ungefär densamma som med prefabbetong. Byggentreprenören upplevde ej att trästommen effektiviserade byggandet.

Kostnader för fuktsäkring av stomme - Kostnaderna för fuktsäkring, inklusive slipning och provtagningar för att utesluta mikrobiologisk påväxt, var ca 1/3 av kostnaden för heltäckande vädertält som i vårt fall skulle blivit mycket kostsamt p g a av husets form, storlek och läge.

- Torkinsatser. Planerad nytta överensstämmer i någon mån med erhållen nytta – Storleken på torkinsatser med värme och avfuktare bedömdes vara ungefär densamma som med traditionell betongstomme. Torkinsatser krävdes efter tätt hus för att säkerställa 16% fuktkvot i virke före spackling samt krävdes även för att hantera ett ökat fukttillskott efter spackling. Dock gick det

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 19/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.





## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

betydligt fortare än vid betongstomme att nå ett bra och stabilt inneklimat med låg relativ fuktighet RF (ca 50%) och god inomhustemperatur (ca 20°C), en viktig skillnad mot betong där det oftast är betydligt större osäkerheter i omfattningen av torkinsatser.

- Montage av innerväggar. Planerad nytta överensstämmer med erhållen nytta – Pappklädd gips och andra fuktkänsliga material har kunnat monteras redan innan huset var helt tätt utan risk för fuktskador. Allteftersom våningsplanen blev täta och torkinsatser kunde startas, uppnåddes ett bra inneklimat tidigt och montage av innerväggar kunde påbörjas enligt tidplan efter spackling.
- Mattläggning utan problem. Planerad nytta överensstämmer med erhållen nytta – Mattläggning har utförts enligt tidplan utan några omfattande åtgärder till följd av för hög RF i underlag, vilket ofta är fallet med betong. Krav för RF i spackel innan mattläggning var 85 %. Plastning och spackling på träbjälklag kunde utföras enligt tidplan och med hjälp av värme och avfuktning torkade spacklet till under 85 % i god tid innan mattläggning. Den enda ytan som var problematisk att torka var betongplattan i köket, vilken utgjorde en mycket begränsad del av planet. På denna del utfördes riktade torkinsatser för att säkerställa uttorkning.

### 3. Avvikelse i genomförande

De avvikelser som uppstått gentemot ”program för fuktsäkring av trästomme” har redan i stora drag belysts i kapitel 1.2 Utfall. Den avvikelse som sannolikt fått störst konsekvens är att bjälklagen utsattes för regn och stående vatten i högre grad än vad vi från början räknat med. Utformningen med försänkningar i skarvar mellan element, där vi av fuktsäkerhetsskäl var tvungna att frångå lösningen med plywood i skarvarna, gjorde tejningen betydligt svårare att utföra. Detta ledde i sin tur till oförutsedda vattenläckage mellan våningsplan.

De fuktskador som uppstod i bjälklag och limträ åtgärdades genom slipning av bjälklagen i sin helhet. Därefter följde en omfattande verifiering av mikrobiologisk förekomst med hjälp av uttagna prover och Lumitest.

## Lärdomar och utvecklingspotential

I sammanställningen nedan försöker vi, d v s projektledning, fuktsakkunnig för Akademiska Hus och ansvariga hos byggentreprenören Byggdialog, besvara frågor som vilka lärdomar vi tar med till nästa projekt och vad som hade kunnat göras annorlunda. Det följer också ett resonemang kring utvecklingspotential och vad som kan utforskas vidare.

### Ytbehandling av trä

De test som utfördes på provblock tydde på att behandling av ändträ inte gav nämnvärt bättre resultat än obehandlat ändträ. Vi testade dock inte att behandla överytan av provblocken. Det kan finnas anledning att inför nästkommande projekt testa påverkan av ytbehandlingar i större skala. Lämpligen görs tester ihop med trävaruleverantör.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 20/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

### KL-träets fukttålighet

Våra "ovetenskapliga" mätningar på 6 provblock, med initial fuktkvot 12 %, visade att de kunde vara exponerade för nederbörd ca 3 veckor utan att fuktkvoten översteg 16 %. Väl medvetna om att trä inte får utsättas för väta mer än kortvarigt så blev tiden ändå vägledande för oss och stämde med den tid det beräknats ta för att få tätt våningsplan.

Det bör utredas vidare om KL-trä är fukttåligare än "vanligt" trä vilket lämpligen bör ske i samverkan med trävaruleverantör. Vår erfarenhet är att det letade sig in vatten i springorna mellan brädorna i elementen där det stått vatten. Dessa fuktskador vara särskilt svåra att åtgärda eftersom de var svårt och tidskrävande att komma åt att slipa rent. Möjlighet att använda bättre kvalitet på virke, behandla eller täta springor i det övre skiktet behöver utredas så att risken för inträngning av vatten i springorna kan minimeras vid exponering.

### Rutiner och information på arbetsplatsen

Information till berörda om vikten av fuktsäkring och väl fungerande rutiner för genomförande är A och O. Information och planering med berörd personal och UE bör ske inför varje fuktkritiskt arbetsmoment. Alla risker går dock inte att förutse vilket kräver uppfinningsrikedom. En bra lärdom är att ha med en rutinerad och ansvarig hantverkare på fuktronderna. Tillsammans kunde vi genomföra förbättringsåtgärder direkt på plats och finna enkla och funktionella provisoriska väderskyddslösningar.

### Heltäckande emballage

Vi såg inga svårigheter med beställning och utförande av heltäckande emballage från leverantören. Emballagen var robusta och klarade sig utmärkt vid leverans utan att gå sönder.

### Målfuktkvot

Kravet på målfuktkvot 12 % vid leverans är ett rimligt krav som ej varit svårt att uppfylla från leverantören. Det gav oss sannolikt lite extra marginaler för "uppfuktning" av träytorna och var också en viktig parameter för att undvika större rörelser i elementen vid uttorkning. Kravställningen på KL-trä bör alltså vara målfuktkvot 12 % även i kommande projekt.

### Snabbt montage, täta våningsplan och täta bjälkag

Montaget av trästommen gick snabbt och effektivt. Uppförandet delades in i 3 etapper för det mest effektiva och konstruktivt bästa montaget. Ett våningsplan med balkar, bjälklagselement och pelare monterades på mindre än 2 arbetsveckor. Direkt efter att bjälklaget färdigställts tejpede två snickare samtliga skarvar och anslutningar. Tätning med tejp är av stor betydelse för att inte få vatten i skarvar, håligheter och på våningarna under. Den måste utföras mycket noggrant och måste fästa mot alla ytor. Vid annat utförande av elementskarvar än med försänkningar, som var en standardlösning från trävaruleverantören, bör arbetet med tätning av skarvar kunna förenklas och förbättras eftersom det är lättare att tejpa mot en plan yta. Alternativt utförande bör diskuteras med trävaruleverantör och konstruktör.

Det samlades vatten i lyftöglorna i elementen som var svåra att slipa rent. Här finns utrymme för produktutveckling hos trävaruleverantören.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 21/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

Tejp av typen 3M Fast fungerade bra men fäste sämre på blött underlag. Tejpning bör inte ske när tejen inte fäster. Risken finns även att kapsla in fukt under tejen. Det måste finnas en bra rutin för att löpande kontrollera och åtgärda brister i tejp och övriga väderskydd. Särskilt viktig är syn inför helger. Tillräckliga resurser måste avsättas för att kunna utföra detta tidskrävande arbete.

Provisorisk vädertäckning av fasader måste ske för att i möjligaste mån skydda bjälklag från väta. Utsidan måste tätas så fort ett bjälklag samt bjälklaget över monterats för att få tätt våningsplan. Detta var vårt mål, men gick inte så snabbt som planerat. Stort fokus bör ligga på utformning av utfackningsvägg och täckning av öppningar för att möjliggöra detta. Noggrann planering och arbetsberedning måste föregå arbete med provisorisk tätning av fasad så att det är praktiskt möjligt att utföras i erforderlig takt. Inför kommande projekt bör det övervägas att anlita UE för provisorisk täckning.

### Avlägsna vatten från träbjälklag

Att avlägsna vatten kontinuerligt från bjälklagen visade sig kräva mer resurser och tid än vi trott. Det är en utav de viktigast förutsättningarna för att inte vatten som kommit in skall bli stående och orsaka skador. Det är viktigt att planera för tillräckliga resurser och att kunna hyra in extern hjälp vid "krislägen". Vid projektering bör lösningar med självdränerande system övervägas där det är möjligt. T ex att stålbalkar/upplagsbalkar förses med någon typ av fall så att vatten i dessa skarvar kan ledas till en punkt där det kan tas omhand.

### Skydd av bjälklagskanter och limträ

Ändrä suger lätt åt sig fukt och behöver skyddas. Arbetet med att skydda bjälklagskanterna med papp fungerade bra och utfördes enligt plan direkt efter montage av bjälklag. Vi mätte i några fall högre fuktkvoter under pappen. Att använda plast som skydd kan vara ett sämre alternativ då denna är tätare. Pappen bör om möjligt fästas över kanten på så sätt att den inte ligger dikt an mot bjälklaget för att undvika kondens. Det bör vara en slitstark papp. Pappen måste tejpas vid eventuella uppvik så att vatten inte smiter in genom skarvar.

Ändrä och horisontella ytor av limträ behöver fuktskyddas. Bortsett från en del missfärgningar klarade sig pelarna bra och uppvisade inga fuktskador. Kravet bör vara att skydda samtliga limträpelare i ovankant och att, som vi gjort, lyfta dem från bjälklaget. Lämpligtvis skyddas pelarna med en "hatt" som träs på ovankanten före montage.

### Provisoriska tak och väderskydd

Det var tänkt att ett provisoriskt tak skulle byggas över trapphuset men vi lyckades inte hitta en bra flyttbar lösning bl a på grund av svårigheter med förankring. Väderskydd över sista våningsplanet kan vara väl investerade pengar ifall färdigställande av tak tar tid, som i vår första etapp. Väderskyddet var inte planerat och blev en tillkommande kostnad. Det är bra att ha med en peng för "oförutsedda" väderskydd i kalkylen.

### Skydda terrasser

Terrassbjälklagen skulle stå öppna under lång tid. För att skydda dem mot nederbörd helklistrades en underlagspapp så snart det var möjligt efter montage. Helklistring var ett sätt att säkerställa att ingen kondens eller fuktskada skulle uppstå under pappen. Vid helklistring/varmklistring "hettas" ytan upp, vilket borde innebära att eventuell mikrobiell förekomst avdödas.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 22/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

Isolering mellan trä och stålbalk behövs för att undvika kondens.

Provisoriska brunnar installerades på terrasser och kopplades på dagvattensystem vilket fungerade bra när ytorna hade rensats från skräp. Brunnar bör installeras i samband med pappläggning och inte i efterhand.

Ett bra samarbete och arbetsberedning ihop med takentreprenören är viktig för att läggning skall kunna ske löpande i takt med montage.

### Dagvatten

Det var rätt tänkt att få med sig invändiga dagvattenrör ihop med stommen. Vi slapp provisoriska rör för avvattning som ofta brukar släppa och läcka.

### Fuktmätning och provtagning

Vi utförde omfattande mätningar och provtagning för att säkerställa Akademiska Hus krav. Om fuktpåverkan varit mindre kanske antalet provtagningar kunnat minskas något, men vid byggnation med periodvis otäckt trästomme får man räkna med en ansevärd mängd provtagningar. Vi tog ungefär 10 uttagna prover per plan och gjorde ca 20-30 Lumitester per plan. Gränsvärde för skada på Luminskalan sattes efter noggrann efterforskning till 1000, vilket överensstämde väl med resultat av uttagna prover. Ca 10 st uttagna prover per plan togs för att verifiera Lumitester.

Installation av givare på strategiska platser för mätning av RF och fuktkvot var ett utmärkt sätt att följa uppfuktning och uttorkning över tid och rekommenderas i fortsatta byggprojekt med trä. Givare är ett bra komplement till manuell mätning. De kan med fördel sitta kvar under förvaltningsskedet för fortsatt kontroll av fukttillstånd.

### Spackling på träbjälklag

Av ljudskäl valde vi spackling på träbjälklag med av fuktsäkerhetsskäl underliggande plastfolie. Detta fungerade men innebar ett betydande arbete med att få helt tät plastfolie mot exempelvis anslutningar. Vid den provtagning på RISE, som utfördes av ljudisolering mellan spackel och plastfolie, konstaterades att samtliga provblock var torra och luktfria efter ett antal månader, även de utan plastfolie. Man kan fundera över om mikrobiologisk tillväxt kan ske då trä tillförs "basiskt" vatten från spackel. Här finns en utvecklingspotential att utreda om det går att spackla direkt på träbjälklag utan skador.

### Slipning som åtgärd

Erfarenheten av att bygga en stomme av trä utan täckning, är att fuktskador inte går att utesluta. Byggtreprenören beslutade att slipa bjälklagen i sin helhet eftersom det bedömdes vara den mest effektiva åtgärden då skadornas omfattning var svåra att avgränsa. Skador i springor mellan brädor i element, skarvar mellan element och hål för lyftöglor var komplicerade att slipa rena och specialverktyg för detta krävdes. Slipning utfördes av byggtreprenören med viss hjälp av UE. Av flera skäl, t ex arbetsmiljöskäl, finns det anledning att överväga att anlita UE med specialistkompetens för denna typ av åtgärd.

Man kan fundera över om planering för total slipning skulle kunnat ersätta mycket av den tid och kostnader som lagts ner på provisoriska lösningar och täckning. Med helt oskyddade bjälklag kan dock svårigheter vara att det kryper in vatten okontrollerat på ställen som inte går, eller är svåra att komma åt. Det kan

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process Dok.typ Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 23/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.



## Innovationsprojekt Träbyggnad utan vädertält, AWL

innebära större risk för "dolda" fuktskador än i vårt fall. Total slipning som möjlig del av "metod" skulle dock kunna vara intressant att utreda vidare inför kommande trähusprojekt.

### Kunskapsåterföring

Vi vill med denna rapport, främst internt inom Akademiska Hus, redovisa erfarenheterna av att bygga trästomme utan heltäckande vädertält från start. Rapporten är tänkt att spridas till övriga projektorganisationen inom landet.

Avsikten är också att gruppen som arbetat med genomförandet skall kunna sprida kunskapen vidare genom seminarier, artiklar och tidskrifter externt.

Dokumentnamn: Innovationsprojekt träbyggnad utan vädertält, AWL	Dokumentidentifikation Process   Dok.typ   Bolag	Fastställd av: Jan Henningsson	Datum 2019-09-10	Sida 24/24
Dokumentägare: Akademiska Hus	Författare: Nadja Lindhe, NL Miljö/White	Revidering:	Datum	Rev.





# Program för fuktsäkring av trästomme, A Working Lab

AKADEMISKA HUS 18-01-12

# Program för fuktsäkring av trästomme, projekt AWL för Akademiska Hus

## 1. Bakgrund

Projekt AWL, A Working Lab, byggs med stomme av massivträ och en mix av limträ- och stålpelare. Till följd av höga kostnader, platsbrist och osäkerheter gällande inneklimat, i synnerhet sommartid, har beslut tagits av Akademiska Hus att heltäckande väderskydd i form av temporär byggnad inte är försvarbart. En alternativ, gemensam, strategi för fukthantering under produktion har istället utarbetats av Akademiska Hus i samarbete med generalentreprenören ByggDialog. Planeringsarbetet har pågått under sept – dec 2017.

Deltagande i arbetsgruppen har varit:

- Jan Henningsson och Lennart Westling (Projektledare) Akademiska Hus
- Mats Franzon (Byggteknikchef) Akademiska Hus
- Håkan Nyström (Byggledare) Fyren projektpartner
- Nadja Lindhe (fuktsamordnare för Akademiska Hus) White/NL Miljö
- Mats Nilsson (produktionschef), Ellinor Johansson (projektingenjör), Sara Högberg (projektingenjör) och Patrik Strömberg (projektingenjör, produktionsplanering) ByggDialog
- Fredrik Herrmann, (fuktsakkunnig för ByggDialog) Polygon

Stort fokus har lagts på att studera referensprojekt och tidigare erfarenheter av att bygga utan heltäckande väderskydd. Följande har ingått i bakgrundsstudien:

- Besök på Ulls Hus i Uppsala (Akademiska Hus projekt)
- Dialog med diplomerad fuktsakkunnig och certifierad passivhusexpert Per Karnehed, KDCAB, som delat med sig av erfarenheter av projekt Valla Berså i Linköping.
- Dialog med byggdoktor Peter Brander, Polygon.

Viktiga erfarenheter som tagits i beaktande baserat på uppgifter från sakkunniga och tidigare projekt:

- "Tätt hus" så tidigt som möjligt har lyfts som den viktigaste faktorn
- Täckning med plastfolie/papp kan göra mer skada än nytta (kondens mm)
- Undvika stående vatten på bjälklag
- Täckning av elementskarvar, t ex genom tejpling, snarast efter montage.

## 2. Krav från Akademiska Hus

Krav är hämtade från Akademiska Hus bilaga 1 till Miljöprogram och gäller specifikt för projekt AWL:

### Mikrobiell påväxt

Mikrobiologisk påväxt av onormal mängd, avvikande lukt eller blånad får inte förekomma. Vid tveksamheter görs en mikrobiologisk analys.

### Fukt i trä

Målfuktkvot 12% (d v s 12% +-2) vid leverans till byggplatsen och max 16 % fuktkvot vid inbyggnad.

## 3. Strategi för fuktsäkring av trästomme

Nedan beskrivs de förutsättningar som överenskommits under planeringsfasen och som gäller för leverans, mottagning, montage, uppföljning samt beredskap.

### Leverans:

- Limträpelare och bjälklag transporteras och levereras med heltäckande emballage från leverantör. Mycket viktigt att emballaget är helt under transport och vid leverans för att säkerställa målfuktkvot 12%. Plast borttages vid montage.
- Limträ samt ändträ/kanter på bjälklag kan behöva förseglas/behandlas med diffusionsöppen färg typ StoGold Coat eller Teknol Aqua. "Behandlingarnas" funktion och inverkan på fuktkvot testas på provbitar av bjälklag i fält (på arbetsplatsen). Behov av behandling beslutas av Akademiska Hus och ByggDialog. Båda målningsbehandlingarna är godkända enligt BVB.  
**Tillägg 18-01-03:** Då behandlingar av ändträ/kanter avseende bjälklag inte tycks ha en märkbar positiv påverkan på fuktkvot beslutas vid möte 17-12-20 att behandling ej utförs. Limträpelare som exponeras längre tid för väta skall skyddas.

### Mottagning:

- Mottagningskontroll med fuktkvotmätning utförs på bjälklag och i limträ vid leverans. Vid fuktkvot över 16% sker inget montage. Leverantör kontaktas omgående för retur. Rutin upprättas av ByggDialog.

### Montage:

- Montageordning och identifiering av kritiska arbetsmoment upprättas av ByggDialog i god tid före stommontage.
- Information om fuktförutsättningar skall hållas med berörd arbetsplatspersonal innan stommontage.
- Snabbt montage av massivbjälklag och utsida utfackningsvägg för att få tätt bjälklag. Provisorisk vädertäckning av fönster/dörrar, valvskydd mm. Montage av bjälklag, balkar, pelare beräknas ta 8 arbetsdagar/plan och etapp. Därefter startar yttre beklädnad och vädertäckning av öppningar (förslag väderskydd typ Isola Tyvek). Start östra delen. Arbetsberedning för vädertäckning upprättas av ByggDialog.

- Elementskarvar och fuktkritiska anslutningar (t ex anslutning träbjälklag mot trapphus i betong) tejpas omgående efter läggning. Förslag på tejp: 3M Fast eller likvärdigt med god vidhäftning. Tejpers vidhäftning mot blöt träyta testas på provbitar av bjälklag i fält (på arbetsplatsen).
- En provisorisk vädertäckning (en kappa) sätts för bjälklagskant innan montage av utfackningsvägg. Regel och papp som "häftas" över kanten.
- Inget montage av bjälklag då det regnar i sådan omfattning att tejp ej fäster mot bjälklaget.
- Provisoriskt tak över trapphus lyfts med under stommontage. Arbetsberedning upprättas av ByggDialog.
- Terrasser bekläds med papp som varmklistras direkt efter montage. Den del av terrass som ej hinner färdigställas bedöms ej behöva täckas provisoriskt då eventuella mikroorganismer avdödas vid uppvärmning i samband med varmklistring.
- Invändigt dagvattensystem byggs med i samband med stomresning för att även kunna ta hand om vatten under stommontage
- Plywood över upplagsbalkar skall vara formplywood.
- Inga träreglar får förekomma i utfackningsväggar. Träreglar endast i innerväggar runt dörrar.
- Ingen gipsning eller annan rumsbildning med organiska material påbörjas före tätt hus och rekommenderat inneklimat (>18 grad C, <60% RF).

#### Uppföljning:

- Regelbunden kontroll och dokumentation av fuktkvot i bjälklag och limträpelare. Rutin upprättas av Polygon
- Sk Lumi-tester ("topsning" av trä) kommer att göras kontinuerligt. Lumi-test är en indikator på begynnande risk för mikrobiell påväxt och resultat erhålls direkt. Gränsvärde för mikrobiell påväxt är satt till 1000 på Lumiskalan. Rutin upprättas av Polygon.
- Mikrobiologisk analys utförs i de fall förhöjda fuktkvoter (Lumitest över 1000 samt fuktkvot över 16%) förekommit. Analyser utförs senast 1 månad före inbyggnad. Rutin upprättas av Polygon.

#### Beredskap:

- Reservbjälklag skall finnas på arbetsplatsen för att minimera risk för montagefördröjning. Förvaring i materialtält vid Mossen.
- Reservdag för dåligt väder vid montage. Förvaring i materialtält vid dåligt väder

- Undvik stående vatten på bjälklag. Vatten avlägsnas från ytan så snabbt som möjligt. Beredningsplan/rutin upprättas (våtsug mm) av ByggDialog/Polygon.
- Vattenavledning från bjälklag/terrasser genom invändigt dagvattensystem som förses med provisoriska stuprör. Arbetsberedning upprättas av ByggDialog/Polygon.
- Rutiner för kontinuerlig kontroll av provisoriska väderskydd (tejp, duk, papp etc) upprättas av ByggDialog/Polygon
- Viktigt att ej dra in smuts på bjälklagen då dessa ej täcks. Rutin upprättas av ByggDialog. Eventuellt kan en smutsavvisande behandling bli aktuell.
- Det kan inte uteslutas viss mikrobiell påväxt. Huvudregel: Mekanisk slipning av bjälklag och limträ som utsatts för förhöjd fuktkvot. Verifierande efterkontroll genom mikrobiologisk analys. Saneringsplan upprättas av Polygon.

#### 4. Pågående tester

Tester på provbitar (ca 1x1 m<sup>2</sup>) av KL-bjälklag pågår på arbetsplatsen. Testerna innefattar utomhusklimatets inverkan på fuktkvot i olika mätpunkter, utvärdering av tejp för tejpning av skarvar, utvärdering av vax/olja på ändträ kontra obehandlat bjälklag. Rapport och rutin för tester har upprättats av Polygon. Mätning av fuktkvot sker 2 ggr/vecka och resultatet redovisas löpande.

Testet startade den 6 november 2017 och beräknas pågå tills stommontage påbörjas i januari 2018.

#### 5. Tider

Stommontage startar v 5 2018 och planeras pågå t.o.m. augusti 2018. Tidsperspektivet för byggnation från en bjälklagsnivå till nästa är 8 arbetsdagar.

Programmet har sammanställts av:

Nadja Lindhe, fuksamordnare  
White/NL miljö



Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

Etapp	Datum	Avvikelse (AVV)/kommentar	Fuktkvot/RF/temperatur	Åtgärd
A	FR 7, 18-02-08	Bjälklag plan 2(trä) monterat. AVV 24: tätning av lyfthål krävs. Inget trä har fuktats upp. Tejpning ser bra ut. Dock bör tejping gå bättre i fas med montage.	RF/temp: 92%, 1,5°C ute	Tejpning av lyfthål.
A	Syn 18-02-14	Snö och smuts på plan 2		Städas
A	Syn 18-02-22	Bjälklag plan 3 (trä) monterat. Snö på plan 2 och 3. Lyfthål fylls med vatten och smuts.		Städas. Beslut tas att lyfthål skall sugas fria från vatten när bjälklaget ovan är monterat och tätt. Tejp tas då bort.
A	18-02-27	Montage av utfackningsvägg plan 2 samt provisoriskt väderskydd mellan plan 1 och 2 påbörjas mot söder. Bjälklag hyfsat torra men mycket snö, skräp och is i försänkningar plan 2.	Väder: Uppehållsväder och kallt	
A	18-03-05	Väderskydd klart mellan plan 1 och 2 mot söder. Montage av utfackningsvägg och provisoriskt väderskydd påbörjas mot öster.		Behov av att påskynda montage av väderskydd för att få vädertäckta fasader påpekas.
A	18-03-08	Montage av bjälklag plan 4(trä) påbörjad. Inget ytterligare montage av väderskydd påbörjat mellan plan 2 och 3 mot söder	Väder: Snöar ca -1°C	Täckning av fasader tas upp på byggmöte
A	18-03-09	Bjälklag plan 4(trä) monterat. Snö på plan 4 och invid fasaderna på övriga plan	Väder: uppehåll ca -4°C	
A	18-03-14	Provisorisk inplastning av norra och västra fasaden påbörjas. Väderskydd av östra fasaden mellan plan 1 och 4 nästan klart.	Väder: Ca 2 °C	
A	18-03-16	Plastning av västfasad mellan plan 1-4 (förutom vid hisstorn) klart. Utfackningsväggar plan 3 och 4 mot söder påbörjade	Väder: Uppehåll ca -3 °C	
A	FR 8, 18-03-22	Bjälklag plan 5 (trä) nästan färdigmonterat. Samtliga träbjälklag har fuktats upp. Läckage genom plan (gäller alla plan). AVV 29: Brister i tejping samt väderskydd.	RF/temp: 89% RF, 2 °C inne. 86% RF, 2,6 °C ute. Loggning med hjälp av givare påbörjad.	Ryck tejp ovan läckagepunkter. Ställ ut hinkar för att fånga upp rinnande vatten. Daglig syn och tömning av hinkar krävs.

Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

		Väderskydd på söderfasad mellan plan 2 och 3 nästan klart.	Fuktkvot i bjälklag (mätningar utförda där det ej står fritt vatten idag): -Stickprov plan 2 vid östra trp.huset mot söder = 13% -Stickprov plan 2 vid östra trp.huset mot norr = 14% -Stickprov plan 3 vid huvudtrappa mot norr = 15% - Stickprov plan 3 vid östra trp.huset mot norr = 14% -Stickprov plan 3 vid östra trp.huset mot öst = 14% med temperaturkorrigering	
A	Syn 18-03-23	Väderskydd mot söder ännu inte färdigställt mellan plan 3 och 4. Missfärgningar på bjälklag där det stått vatten (främst mot söder).	Väder: Mulet ca 2 °C.  Fuktkvot i bjälklag: -Stickprov plan 4 där det stått vatten = 23,9 %. -Stickprov plan 3 där det stått vatten i försänkning = 28,5 %. -Stickprov plan 2 vid lyfthål = 24,7 %. -Stickprov plan 2 på torr yta = 14,3 % Med temperaturkorrigering	Behov av att påskynda montage av väderskydd påpekas.
A	18-03-28	Österfasad nu vädertäckt upp till plan 5. Söderfasad nu nästan helt täckt upp till plan 5. Västerfasad täckt till plan 4.		
A	18-04-06	Ställning för provisoriskt tak över plan 5, etapp A påbörjad. Etapp B påbörjad	Väder: Soligt ca 3 °C.	
B	18-04-09	Bjälklag plan 2(trä) monterat.	Väder: Soligt ca 12°C	
A + B	FR 9, 18-04-11	AVV 30: Pölar av vatten på plan 2, etapp A (mot östra och södra fasaden) AVV 31: Fukt i lyfthål	RF/temp: 35% RF, 9,6 °C inne. 26% RF, 13,42 °C ute.	Fritt vatten på golv sugts upp. Städning av golv.

Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

			Fuktkvot i bjälklag etapp A (mätt på samma platser som rond 8): -Stickprov plan 2 inga FK över 14% -Stickprov plan 3 Inga FK över 15% -Stickprov plan 4 vid rum 4410 = 13% -Stickprov plan 4 vid rum 4303 = 12% -Stickprov plan 4 vid rum 4302 = 15% -Stickprov plan 4 utanför rum 4312 = 12% med temperaturkorrigering	Skär bort tejp över lyfthål och även lyftband. Vattensug hål. Gäller samtliga lyfthål i etapp A
B	18-04-13	Bjälklag plan 3(trä) monterat. Väderskydd av fasader ännu inte påbörjat. Trasigt väderskydd plan 2 mot söder, etapp A	Väder: Soligt ca 16 °C	
A	18-04-15	Provisoriskt tak över plan 5 klart. Väderskydd mellan plan 4-5 mot väster saknas fortfarande.	Väder: Mulet och regn ca 8 °C	
B	Syn 18-04-16	Blött på bjälklag plan 2 och 3. Utfackningsvägg plan 2 påbörjad.	Väder: Dimmigt och duggregn 8-10 °C	
A	Syn 18-04-16	Väderskydd mellan plan 4-5 mot väster nu monterat. Hela etapp A (förutom ett hål på plan 4 mot väster vid bygghiss) är nu inklätt samt provisoriskt tak över plan 5.	Väder: Dimmigt och duggregn 8-10 °C Fuktkvot i bjälklag: -Stickprov där det stått vatten men nu torrt = 13,9 %. -Stickprov där det inte stått vatten= 14,2 %. med temperaturkorrigering	
B	18-04-20	Väderskydd mellan plan 1 och 2 monterat. Ingen täckning över öppningar för fö. plan 2.	Väder: Soligt ca 15 °C	
B	18-04-23	Ingen täckning över öppningar för fö. plan 2. Bjälklag plan 4 ännu inte påbörjad. Blött på bjälklag plan 3.	Väder: Regnar ca 8 °C	

Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

B	18-04-27	Bjälklag plan 4 (trä) monterat. Väderskydd saknas mellan plan 2-4.	Väder: Regnar ca 8 °C	Brister i vädertäckning åtgärdas. Provisoriska väderskydd samt att det inte finns vatten på bjälklag ses över en extra gång innan helger.
B	18-05-01	Väderskydd saknas mellan plan 2-4.	Väder: Regnar ca 12 °C	
A + B	FR 10, 18-05-02	Fläckvis vatten på samtliga plan. Främst invid fasad mot söder, väster och öster. AVV 38-41: Vatten på våningsplan plan 2-5 AVV 42-44: Trasiga väderskydd plan 2 och 4 mot söder	RF/temp: 70% RF, 12,1 °C inne. 13,3°C ute.  Fuktkvot i trä: Inga stickprovsmätningar över 16% där väderskydd finns.	Fritt vatten på golv sugts upp. Väderskydd över samtliga våningsplan etapp B skall monteras. Trasiga och bristfälliga väderskydd skall åtgärdas.
A + B	18-05-01 - 18-05-14		Väder: Perioden har varit mest torr och solig 20-25 °C	
A + B	18-05-14	Etapp B nu väderskydd runt om upp till plan 4	Väder: Soligt ca 27 °C	
A	18-05-16	Montage av fasadglas påbörjad etapp A	Väder: Uppehåll ca 22 °C	
A + B	FR 11 18-05-23	Provisoriskt tak över etapp A, plan 5, rivs för att kunna bygga etapp C AVV 50: Täckning av ventilationsschakt måste förbättras AVV 53: Vatten stående i lyfthål plan 4 AVV 54, 56: Trasiga väderskydd	RF/temp: Se mätdata på Byggnet  Fuktkvot i trä: Se mätdata på Byggnet	Bättre täckning av ventilation mot regn (samtliga schakt). Sug upp vatten i lyfthål, gå över hela plan 4. Laga väderskydd plan 2 mot väster och norr (etapp A) samt plan 3 mot väster och sydöstra hörnet (etapp A)
A + B	18-05-25	Etapp A och B ihopbyggda. Etapp B, väderskydd upp till plan 4. Utfackningsvägg klar plan 4.	Väder: Har varit varmt och torrt i ca 3 veckor. Därför inte mycket dagboksanteckningar.	
A + B + C	FR 12, 18-06-05	Samtliga bjälklag torra. Avfuktning påbörjad på samtliga plan med väderskydd. AVV 59: Skräp och sågspån plan 2 AVV 61: Brister i tejning plan 5	RF/temp: Se mätdata på Byggnet  Fuktkvot i trä: Se mätdata på Byggnet. Sporadiska mätningar	Städa plan 2 Gå över och justera all tejning på plan 5. Laga trasiga väderskydd.

Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

		AVV 63-66: Trasiga väderskydd på flera våningar	under rondan, ingen fuktkvot över 16%.	
A + B + C	18-06-07	Hela byggnaden väderskyddad upp till plan 5 förutom hål vid entréparti.	Väder: Fortsatt torrt och soligt. Inte mycket regn sedan början av maj.	
A + B + C	Syn 18-06-08	Papp på plan 5 (terrasser) är i princip klar runt hela huset. Även på sarger och mot vägg.	Väder: Soligt  RF/temp: RF på våningsplan mellan 50-56% och temp ca +24 grader.  Fuktkvot i träbjälklag: Inga FK (stickprover) på våningsplan över 16%, gäller även i glipor mellan brädor i bjälklagen och 40 mm ner.	
C	18-06-12	Bjälklag plan 6(trä) monterat	Väder: Regnat i 3 dagar	Behov av väderskydd mellan plan 5-6 och entréparti påpekas
A + B + C	18-06-19	Entréparti samt plan 5-6 väderskyddat	Väder: Regn fm, soligt och blåsigt em	
A + B + C	FR 13, 18-06-26	Inget vatten på träbjälklag. AVV 70: Trasiga väderskydd	RF/temp: Se mätdata på Byggnet  Fuktkvot i trä: Se mätdata på Byggnet	Laga trasiga väderskydd
A + B + C	18-06-28		Väder: Soligt ca + 27 grader (har varit soligt och varmt senaste veckan – inget regn).	
A + B + C	18-08-01	Slipning och mikrobiell provtagning och verifiering av "renhet" på bjälklag påbörjad.		
A + B + C	18-08-02	Hela stommen nu monterade och hela byggnaden är inklädd. Montage av fasadglas pågår.	Väder: Fortsatt soligt och torrt! Enstaka åskskurar har förekommit under sommarperioden. Ca 25-30 grader varmt.	



Sammanställning av fuktronder, syner och dagboksanteckningar från fuktsakkunnig (montage KL-trä)

A + B + C	FR 14, 18-08-07	Torrt på samtliga träbjälklag. Golvläggning på plan 2 påbörjas. Slipning och mikrobiell provtagning har gjorts på plan 2 innan golvläggning utförts. Avfuktning pågår samtliga plan.	RF/temp: Se mätdata på Byggnet  Fuktkvot i trä: Se mätdata på Byggnet	

Fotobilaga



1. 18-02-08



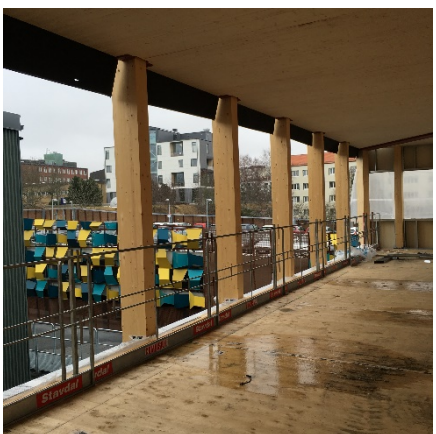
2. 18-02-14



3. 18-02-22



4. 18-02-22



5. 18-03-23



6. 18-03-23

Fotobilaga



7.18-03-23



8. 18-03-23



9.18-03-23



10.18-04-11



11.18-04-11



12. 18-04-16



Fotobilaga



13.18-04-16



14.18-04-16



15.18-04-16



16.18-05-23



17.18-05-23



18.18-05-23

## Fotobilaga



19. 18-08-01



20. 18-08-01