TRÄCENTRUM NORR

Analys och utveckling av skyddet för inkapslat KL-trä i markkontakt

Slutrapport

Göran Berggren
Tommy Vikberg
RISE Research Institutes of Sweden

Sammanfattning

Projektet gör uppföljning för att se hur det ser ut idag och bekräfta funktionen av träbaserade balkongplattor efter cirka 8–12 år. Informationen ger underlag för en bättre material- och produktkännedom som kan vara underlag för till exempel Garantiåtaganden samt underhållsplanering.

Projektet bekräftar och verifierar att produkterna uppför sig som förväntat utan större avvikelse. Test med ett antal plattor som skadats genom åverkan har utförts i RISE Skellefteås labb.

Gamla plattor på RISE med mätvärden 8 år bakåt i tiden visar fortfarande stabila värden och mätmässigt är de också identiska med nytillverkade plattor. Genom att använda denna kännedom blir förvaltarens tillståndsbedömning med en fuktindikator enkel.

Ett par nya idéer till nya projekt för en fortsatt utveckling av balkongplattan har framkommit. I projektet har RISE bistått med olika frågor kring nytt typgodkännande. Även idéer för att använda plattan direkt på mark som grund har lyfts inom projektet och kommer att undersökas i annat projekt inom och sannolikt även utanför TCN.

En platta som monterats med en del direkt på mark och en del hängande i luften har upptäckts med en kraftig skada. Omfattningen på skadan har undersökts och rapporteras i denna rapport. Ingen orsak till skadan kunde med säkerhet fastställas.

Nya kontakter med nordiska teknikföretag har etablerats för att lättare hitta prisvärd och funktionell mätteknik i träsammanhang.

Innehållsförteckning

Sammanfattning ..... *- 2 -*

1 Inledning *4*

1.1 Bakgrund **4**

1.1.1 Olika typer av Balkonger, konstruktion, underhåll, livslängd 4

1.2 Syfte och mål **5**

2 Metoder och projektgenomförande *5*

2.1 Balkongelement konstruktionen **7**

3 Test av 4 provbalkonger *8*

3.1 Initiering av försöket, mätteknik och metod **12**

3.2 Initiala mätningar på nya och gamla balkonger **12**

4 Mätresultat *14*

4.1 Diskussion **14**

4.1.1 Ytfukt på plywood i skadade plattor, händelseförlopp 15

4.2 Inre mätning **17**

4.1 Resultat från andra plattor **19**

4.2 Klimatklasser för trä enligt Eurokod 5. ..... **21**

5 Mätningar på plattor i fält, Cederterassen *22*

5.1 Bytet av balkongplatta på Cederterrassen **25**

5.2 Första analys på plats **26**

5.3 Vidare analys på RISE i Skellefteå **27**

6 Övriga resultat från tidigare försök *28*

7 Slutsatser från labbförsöken *29*

Referenser *29*

Bilaga *30*

GivarID på skadade provbalkonger 30

Bildserie på balkongplatta från Cederterassen 30

1 Inledning

Under de senaste 10 åren har balkongplattor med inkapslat trä (patenterade, typgodkända) monterats i olika nya och gamla fastigheter runt om i Sverige samt placerats på ett par provytor som RISE förfogar över. På vissa ställen har sensorer monterats inuti dessa balkongplattor och under de första åren registrerades Temperatur, Relativ luftfuktighet och Fuktkvoten i trämaterialet. Inga avvikelser noterades då under den tid (cirka 3 år) som de inbyggda sensorerna trådlöst överförde mätdata. Idag har ett antal olika plattor konstruerats med olika innehåll för att möta kundernas behov.

1.1 Bakgrund

Compositbalkonger AB i Fällfors startades december 2009 efter en avknoppning från Sandström Innovation AB, som har arbetat med kompositmaterial sedan 1960-talet. Balkongerna som utvecklats tillsammans med Lindbäcks bygg består förenklat av en inplastad massiv eller ihålig träplatta med låg vikt (en fjärdedel av en betongbalkong) om förenklar hantering, montering och infästning vilket ger en bra totalekonomi. Produkten marknadsförs genom att erbjuda motståndskraft mot extrem väderlek, kraftigt slitage och även ha lång livslängd. Patentet på balkongen har funnits hos Lindbäcks Bygg och kommer troligen att under 2023 att övertas av Compositebalkonger.

Målet med projektet är att på ett lämpligt urval (Kostnadsfråga) plattor bekräfta och verifiera att produkterna uppför sig som förväntat och kanske ge idéer till nya projekt för en fortsatt utveckling av balkongplattan och eventuellt idéer för nya relativt lätta träbaserade produkter som kan ersätta andra produkter där man önskar trä med högre motståndskraft och/eller med ett lägre klimatavtryck.

1.1.1 Olika typer av Balkonger, konstruktion, underhåll, livslängd

Få byggnadsdelar har så stor betydelse för arkitekturen och gatubilden som balkongen. Balkongen kan delas upp i bärande konstruktion och räcke. Generellt är det lättare att både inspektera och utföra arbeten på räcken än på bärverk.

I småhusbebyggelsen och i mindre flerfamiljshus är balkongkonstruktioner av trä vanliga. I städerna dominerar järn- och betongkonstruktioner. Fram till andra världskriget då materialbrist tvingade fram järnbesparande konstruktioner byggdes balkonger genom att järnbalkar spändes in i yttermuren eller bjälklaget. Mellan kantbalkar av järn lades en oarmerad betongplatta med plåtavtäckningar och beläggning av gjutasfalt. Konstruktionerna var rejäla och det är ovanligt att balkarna måste bytas.

Från exempelvis 1890-talet finns ett stort antal balkonger kvar. Förutom målningsunderhåll av järnet har plattans fyllning och eventuella tätskikt vanligtvis förnyats någon gång.

Bristande underhåll av plåtavtäckningar och asfaltbeläggning kan ge upphov till dolda korrosionsskador på balkarna. Många gånger räcker det att riva betongfyllningarna, rostskyddsbehandla balkarna och gjuta en ny fyllning. Ibland räcker det att byta asfaltskiktet.

Men det finns fall där rostangreppen är så allvarliga att balkarna måste skäras loss och ersättas med nya som svetsas på där balken är frisk. Detta är möjligt att göra även om skadorna finns ända inne vid fasaden.

Armerade betongplattor har kortare livslängd, cirka 50 år, men många åtgärdas efter bara 30 år. Betongens naturliga åldrande gör att koldioxid tränger in och sänker PH-värdet, vilket gör att armeringen rostar och expanderar. Det brukar visa sig genom att armeringsjärn framskymtar i framkanten eller sidorna av plattans botten. Ett annat tecken är att bitar av betongen faller ner. Genom ett karbonatiseringsprov kan man ta reda på om det är dags för åtgärder. Provet utförs genom att fenolftaleinlösning appliceras i borrhål och indikerar eventuellt sänkt pH-värde.

Underhållet kan bestå av en partiell lagning med reparationsbetong. Nästa steg är framkantslagning där någon decimeter av betongen i plattans framkant byts ut. Vanligast är emellertid omgjutning, där plattans armeringsjärn friläggs genom bilning och ny betong gjuts i form runt de gamla järnen.

Ett alternativ sedan 2009 är att helt ersätta både nya och gamla tunga betongplattor med lättare compositbalkonger.

1.2 Syfte och mål

Under 2020 bedömdes att det borde vara läge att göra en uppföljning för att se hur det ser ut idag och bekräfta funktionen av dessa Balkongplattor med bärverk i trä efter nu cirka 8–13 år. Informationen ger sedan underlag för en bättre material- och produktkännedom som kan vara underlag för till exempel Garantiåtaganden tillståndsbedömning och underhållsplanering eller reparation.

2 Metoder och projektgenomförande

En lista på lämpliga Balkong- eller provplattor som ska ingå i undersökningen togs fram i samarbete med Lindbäcks Bygg och Compositbalkonger. Dessa var mindre testplattor som nytillverkats med nya interna sensorer för mätning av plattornas inre klimat och fuktkvot i trämaterialet. Dessutom ingår även redan befintliga gamla plattor som monterats i fastigheter i Piteå, två mindre plattor i RISE laboratorium respektive två större initialt på RISE provgård som p senare år flyttats till RISE parkering.

- Den Instrumentering som redan finns inuti några av de befintliga plattorna undersöks om de fortfarande fungerar eller kan återanvändas genom ett byte av litiumtoinylkroridbatteri. Eventuellt byts givare ut med mer intelligens och minne.

- Ett par nya provplattor ”skadas” under kontrollerade former och placeras utomhus och/eller i konstant regn eller sol för att uppnå accelererad ”åldring”. Sensorer mäter sedan fuktkvot mm. under lång tid för att se tidseffekten av skadan.

- Plattor öppnas eventuellt på RISE Labb i Skellefteå för att se hur de visuellt ser ut under ytskiktet av glasfiber. I samband med detta undersöks även hur ”reparation” av balkongplattans ytskikt av glasfiber kan göras. NOT: Då det under projektets gång visat sig att plattorna uppvisar få skador så görs ej detta i nuläget.

- Mätningar görs under 2022/2023 för att sedan avrapporteras. Plattor med sensorer kommer sedan att placeras utomhus under tak i en verkstadshylla med hyllplan av stålnät för att simulera ett luftigt montage. Under ytterligare ett antal år fortsätter kontinuerliga mätningar och kan förslagsvis en gång per år avläsas för en liten statusrapport runt 2024 och 2025

Vid försöket används förutom inbyggda sensorer från Omnisense en handhållen Protimeter Surveymaster fuktindikator för att med radiovågor dokumentera fukten i ytan och då också få en fingervisning på en enkel metod att besikta en platta i fält och där avgöra om det finns en eventuell skada som kräver en åtgärd.

Figur 1. Figur Protimeter Surveymaster fuktindikator med tillbehör inklusive kalibreringsresistans

2.1 Balkongelement konstruktionen

Plattorna är både patenterade och typgodkända har godkänts i brand och belastningsprov hos RISE och skräddarsys efter kundens ritningar. Plattorna har fördelar genom till exempel låg vikt, (mindre än en fjärdedel jämfört med betong) vilket medför lägre fraktkostnader enklare hantering. Enkel design med rostfria bultar för säker upphängning bidrar också till rationell montering med låg totalkostnad. Plattorna har avrinningsskydd i bakkant, droppkanter framtill och på sidorna. Halkskyddad ovansida som ökar tålighetenen mot slitage. Trämaterialet är hermetiskt inneslutet i platta vilket minskar eller helt eliminerar påverkan på trämaterialet från yttre klimat vilket borgar för lång livslängd.

Plattan kan byggas upp på olika sätt:

Uppbyggnad regelkonstruktion
Plattan är uppbyggd av reglar, 45x92 c 370. Till ytskikt används plywood 1x15+1x18 mm2 och med yttre fanerskikt i plattans längdriktning. För undre fläns har 3x18 mm plywood använts med ytterfaner i längdriktningen.
Trä: C18
Skruvtyper: Spånskiveskruv 4,2*42mm c/c 300, skruv till reglar Corrseal 5,0*70
Lim: Akzo Nobel Adhesive 1242
Plast: Dion FR 820-M878*
Kvalite plywood: EN 13986, EN 636-2-S 16,18 mm E1, WISA Spruce III

Uppbyggnad plywoodkonstruktion
Plattan är uppbyggd av plywood 1x15 mm2 och med yttre fanerskikt i plattans längdriktning.
Kvalité plywood: EN 13986, EN 636-2-S 16,18 mm E1, WISA Spruce III p30 WBP
Plattan är skruvad med skruv, ca 190 skruv per m2.
Skruvtyper: Spånskiveskruv 4,2*42mm c/c 300, skruv till reglar Corrseal 5,0*70
Lim: Akzo Nobel Adhesive 1242
Plast: Dion FR 820-M878*

*DION® FR 820 Translucent fire retardant iso-phthalic polyester resin for parts required to conform to the higher fire ratings specified in building regulations.

Eventuella fel i konstruktionen minimeras genom tillverkarens egenkontroll med spårbarhet som i sin tur övervakas av ett oberoende kontrollorgan.
Kontrollavtal: Ref nr. 210-11-0046, Kontrollorgan: RISE.
Produkten skall vid fabrik förses med märkning. Märkningen utgörs av etikett/text på varje levererad produkt och omfattar: Innehavare, Tillverkningsställe, Produktens typbeteckning, Löpande tillverkningsnummer/datum, Certifikatnummer, P-märke, Certifieringsorgan och Kontrollorgan.

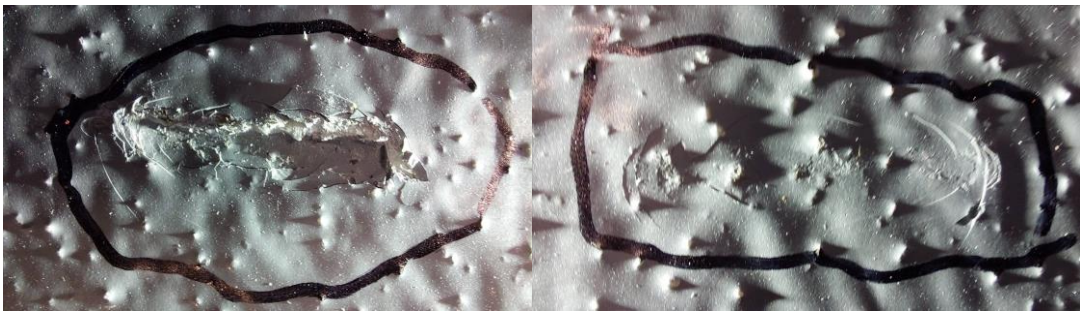
Ett historiskt kundärende visar på en avvikelse på ytskiktet av polyester som berott på felaktigt blandningsförhållande mellan polyester och härdare (sannolikt för lite härdare) som då gjort ytan klibbig.

3 Test av 4 provbalkonger

Att transportera, hantera och testa fullstora balkongelement är opraktiskt och därför tillverkas fyra mindre balkongplattor i storleken 60 x 120 x 17 cm. De tillverkas med likadan uppbyggnad som en fullstor platta av och plywood med yttre skikt av glasfiber och polyester. gran (NOT: Även spill från Lindbäcks används i förstärkning för infästningar) varje platta förses med en Sensor som mäter plattans inre Temperatur, Relativa luftfuktighet samt fuktkvot i den träbit den monterats i. Plattorna väger cirka 50 kilo och hanteras relativt enkelt i laboratoriet av 2 personer.

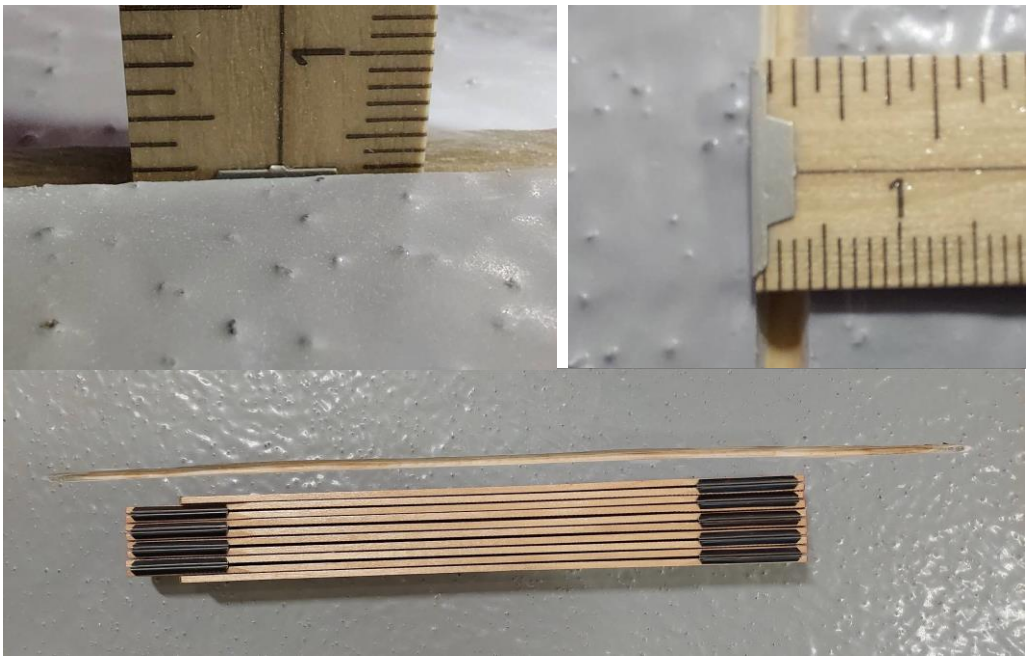
För att ytterligare ge möjligheter till framtida test monteras på varje platta en bult för upphängning respektive infästning för räcke. Plattorna prepareras både under och efter produktion i Fällfors med olika skadebild enligt följande:

- Nr 1 Spräckt yta genom att släppa ett järnspett med vikten 7,1 kilo och trubbig spets 27,5 x 5,0 millimeter vinkelrätt mot ovanytan från höjderna 40, 60 respektive 80 centimeter. Detta görs 3 + 3 + 4 ånger för att se om skadorna är likvärdiga.



Figur 2. Spräckta skadans utseende 80 resp. 40 cm.

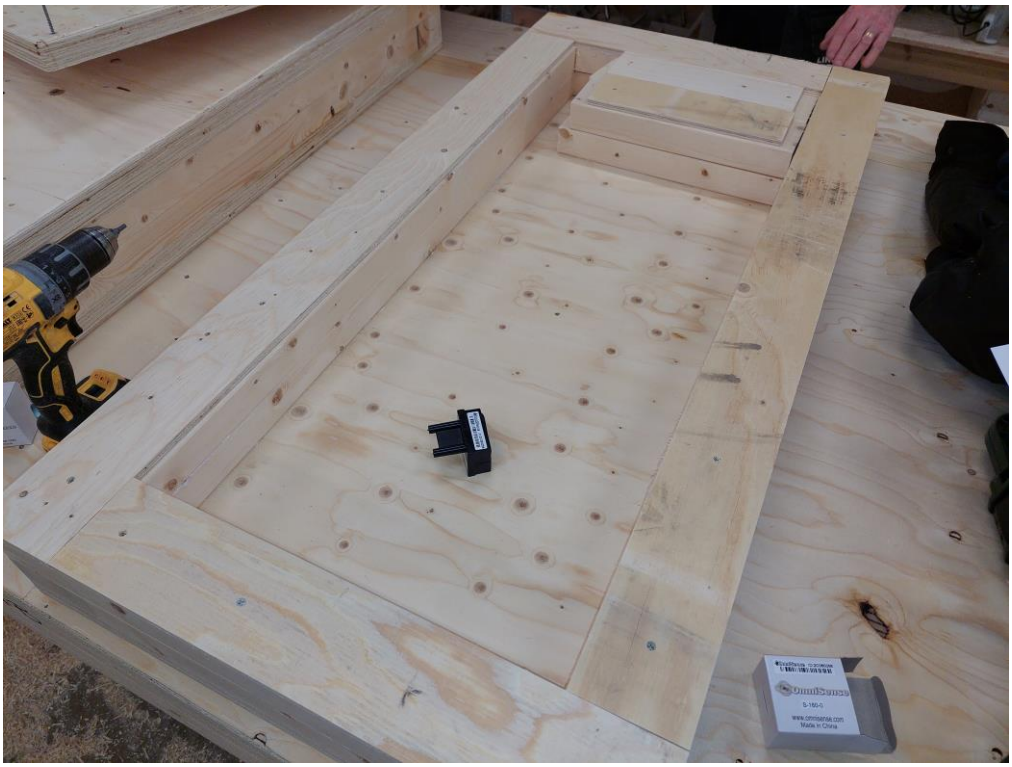
- Nr 2 Skuren Yta med vinkelslip för att få ett snabbt förlopp vid vattenbegjutning sant se hur snabbt det kan torka efter att vattnet på ytan avlägsnats. Tre skärsår eller spår görs i ytan med hjälp av vinkelslip på provbalkong nummer 2 med 2 mm skärskiva. Djupet blir cirka 3–3,5 mm djupt för att nå översta lagret träfaner i den övre plywoodskivan. Spårens totala längd 1 meter bottenbredd cirka 3 mm.



Figur 3. Skärskadans utseende. 3 stycken likadana skador på toppen av plattan.

- Nr 3 Inre vattenskada En specifik mängd vatten (0,2 liter) hälls in i plattans hålrum för att se hur det inre klimatet förändras då det initialt torra trämaterialet med fuktkvot 11–12% har ganska stor buffertförmåga av fukt i förhållande till luften.

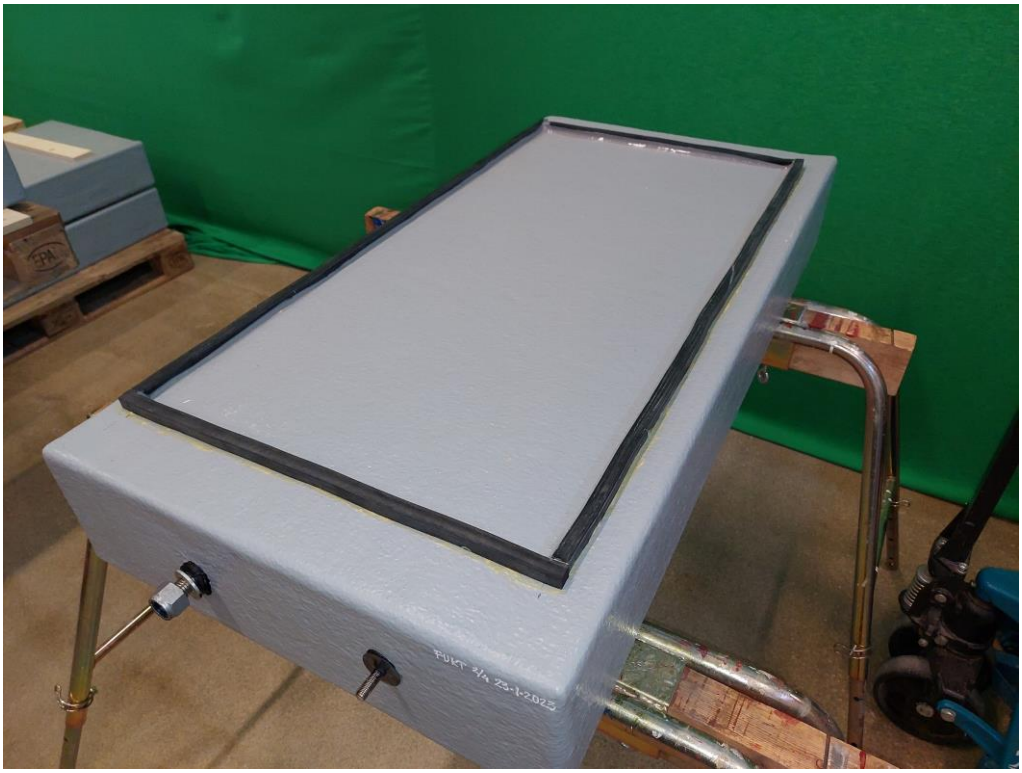
- Nr 4 Referens utan skada och fel som också kan jämföras med gamla plattor med och utan skador. Notera att gamla plattor ofta var massiva.



Figur 4. Balkong utan ovansida och slityta innan montage av Sensor.

Figur 5. Balkonger efter montage av Sensorer och redo för inplastning.

Figur 6. Färdig balkong Nr 3 ”Fuktskadad” och Referens Nr 4.



Figur 7. Färdig balkong Nr 2 förberedd med spillkant för att få en skuren yta som med konstant vattenbelastning.

3.1 Initiering av försöket, mätteknik och metod

Alla provbalkonger mäts och vägs före under och efter uppfuktning. För att se fuktupptagning med avseende på vikt och resulterande uppfuktningskurvor på inre klimat. I normalfallet är ytskikten täta och mätning bör då ske med radiovågor i stället för stift som fysiskt penetrerar skyddande glasfibern och polyestern.

Provbalkongernas mätvärde på fukt mäts här med hjälp av en Protimeter Surveymaster. Mätaren/indikatorn är vanligt förekommande och ett flexibelt kombinationsinstrument som dels kan mäta (Resistans) en slags fuktkvot i form av Wood Moisture Equivalent (WME) i trä med stift, eller genom radiosignaler som då kan användas för att oförstörande lokalisera fukt i olika byggnadsmaterial. Metoden används av ett flertal fuktkonsulter och vid fuktkontroller av till exempel Husvagnar och Husbilar.

Instrumentet har två inbyggda stift för resistiv mätning av ytligt liggande fukt. Fuktindikeringen används för att fastställa förekomst av fukt under ytan bakom icke porösa väggar, golv till exempel kakel, klinker, vinyl och liknande material. Resultatet visas både med siffror på en display samt med LED-lampor som visar grönt, gult eller rött.

Fukt på ytan påverkar inte mätresultatet men metall kan resultera i falska positiva det vill säga höga mätresultat. Mätdjupet anges som upp till 19 mm. Relativa mätvärden som visas är för denna indikator mellan 70 och 999. Dessa värden skall då indikera följande tillstånd utan att närmare precisera nivån på fuktkvot i trä. Mätvärden kan dock användas som en indikation och jämförelse med initiala värden på nyproducerade eller oskadade plattor. Detta kan användas för en snabb kontroll i fält och vara en del i fastighetsförvaltarens kontrollplan

Torrt (Grön) 70 – 169
Risk (Gul) 170 – 199
Vått (Röd) 200 – 999 (indikeras vid metallinfästningar och nära skruvar som används i konstruktionen)

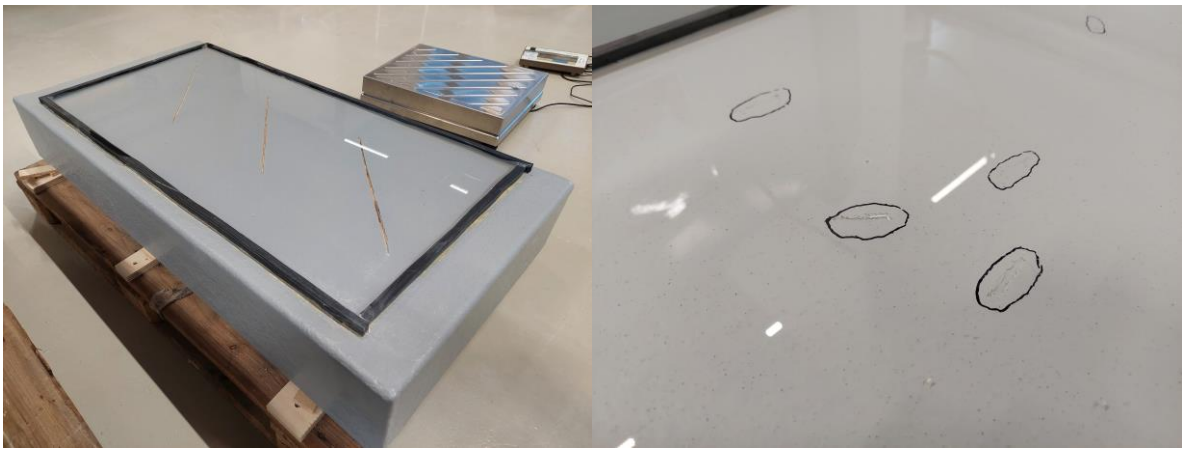
3.2 Initiala mätningar på nya och gamla balkonger

Både nya och gamla plattor har mätts med följande resultat.
De fyra nytillverkade plattornas mätvärden ligger i intervallet 76 – 88
Två mindre plattor inomhus i RISE laboratorium i intervallet 104 – 114
Två större plattor som under många år förvarats utanför RISE laboratorium 91 – 112

Plattor som skall skadas genom att till del krossa eller skada glasfiberytan visar sig vara väldigt svårt. I ett annat test som gjorts för många år sedan, se bilaga 1, så släpptes en tyngd i form av en kula eller ett stämjärn från hög höjd utan att nämnvärt skada den inplastade provkroppen som då var massiv. I testet fås väldigt liten effekt på massökning i form av vattenupptagning. I detta försök testas därför att släppa ett järnspett med vikten 7,1 kilo från 3 olika höjder 400, 600 respektive 800 mm. 10 skador utgör då skadan som studeras och torde med råge överskrida en verklig skada där något tappas på plattan.

I plattan där vinkelslipen skär sår i ytan skulle kunna efterlikna en skada från en traktor med pallgaffel vid montering. Sannolikt skulle det märkas vid slutbesiktning men kan vara intressant som ”worst case scenario”.

Uppfuktningen av de två skadade plattorna går till så att vatten fylls på innanför gummilisten efter hand så att hela den ingärdade ytan alltid täcks av en vattenspegel och kan symbolisera att vi har ett smältande snötäcke under en längre tid.



Figur 8. Skador under konstant och kraftig fuktbelastning.

Vid varje mätning och vägning avlägsnas vattnet från ytan och skador torkas helt torra innan mätning sker varefter vattnet fyll på igen. Försöket startar 2023-03-15 pågår under 90 dygn och vattenupptagning och fuktnivåer mäts med fuktindikator vid 7 olika tillfällen. 2,6,20,43,76 respektive 90 dygn.

Efter 2023-06-13 ligger plattorna inomhus i RISE laboratorium i 3 månader. Fukten i ytan mäts samtidigt som vikten mäts vid 3 olika tillfällen 2 veckor, 1 månad och slutligen efter 3 månader.

4 Mätresultat

Plattornas uppbyggnad ger följande ungefärliga värden på innehållet med avseende på vikt
Cirka 15 kilo Trä
Cirka 25 kilo Plywood
1,5 kilo Metall (Infästning Dragstag 1,3kg)
5 kilo Plast (2 kilo glas)

Tabell 1. Sammanställning av mätresultat.

	Skuren					**Krossad**			
Dagar	Vikt (kg)	Ökn.	Per 24h	%/24h		Vikt (kg)	Ökn.	Per 24h	%/24h
0	50,44	0	0,0000			50.00	0	0,0000	
2	50,56	0,12	0,0600	0,119%		50.08	0,08	0,0400	0,080%
6	50,72	0,16	0,0400	0,079%		50.16	0,08	0,0200	0,040%
20	50,98	0,26	0,0186	0,036%		50.32	0,16	0,0114	0,023%
43	51,27	0,29	0,0126	0,025%		50.44	0,12	0,0052	0,010%
76	51,50	0,23	0,0070	0,014%		50.50	0,06	0,0018	0,004%
90	51,64	0,14	0,0100	0,019%		50.54	0,04	0,0029	0,006%
2 veckor	51,52	-0,12	-	-		50,52	-0,02	-	-
1 mån.	51,44	-0,08	-	-		50,54	0,02	-	-
3 mån.	31,42	-0,02	-	-		50,56	0,02	-	-

OBS: Vågen som används har begränsad upplösning vilket gör att vissa mätvärden kan slå upp eller ned 20 gram. Därav viktökning på platta med krosskador efter att vattnet avlägsnats. Det syns ganska tydligt att hastigheten för vattenabsorptionen avtar ganska snabbt.

4.1 Diskussion

Den skurna plattan har under 90 dagar absorberat 1,2 liter vatten. Vattnet fördelas med tiden i plattans trämängd på cirka 40 kilo och torde då öka fuktkvoten med cirka 2,5% under förutsättningen att plattans ytskikt repareras.

Mätningar med protimeter Surveymaster visar att vi har Risk (Gul) d v s nivå 170 – 199 eller då mätvärden ligger mellan 166 – 197 redan efter 48 timmar. Värden stiger sedan och når Vått (Röd) 200 – 999 efter cirka 1 månad och ökar sedan väldigt marginellt för att nå 207 – 217 efter 3 månader.

Efter att vattnet sedan avlägsnas sker i princip ingen uttorkning alls genom skärskadan. Konditionering sker inne i plattan och mätvärden förutom på ett ställe utanför skadan sjunker till torr indikering redan efter 1 månad med värden 131 – 162. I övriga delar av plattan värden på 116 – 182. Efter 3 månader ligger värden på 128 – 143. I övriga delar av plattan värden på 116 – 143.

Plattan med 10 mindre krosskador har under 90 dagar absorberat 0,54 liter vatten. Vattnet fördelas med tiden i plattans trämängd på cirka 40 kilo och torde då öka fuktkvoten med cirka 1% under förutsättningen att plattans ytskikt repareras.

Mätningar visar att vi har Risk (Gul) d v s nivå 170 – 199 eller Vått (Röd) 200 – 999 då mätvärdenovan skador ligger mellan 197 – 217 redan efter 48 timmar. Värden ökar sedan väldigt marginellt för att nå 215 – 248 efter 3 månader.

Efter att vattnet sedan avlägsnas sker i princip ingen uttorkning alls genom krosskador. Konditionering sker inne i plattan och mätvärden ovan skador sjunker till torr indikering redan efter 1 månad med värden 126 – 162. I övriga delar av plattan värden på 107 – 166. Efter 3 månader ligger värden på 116 – 139. I övriga delar av plattan värden på 114 – 161.

Figur 9. Mätvärden i ny respektive gammal balkong intill infästningspunkt av metall.

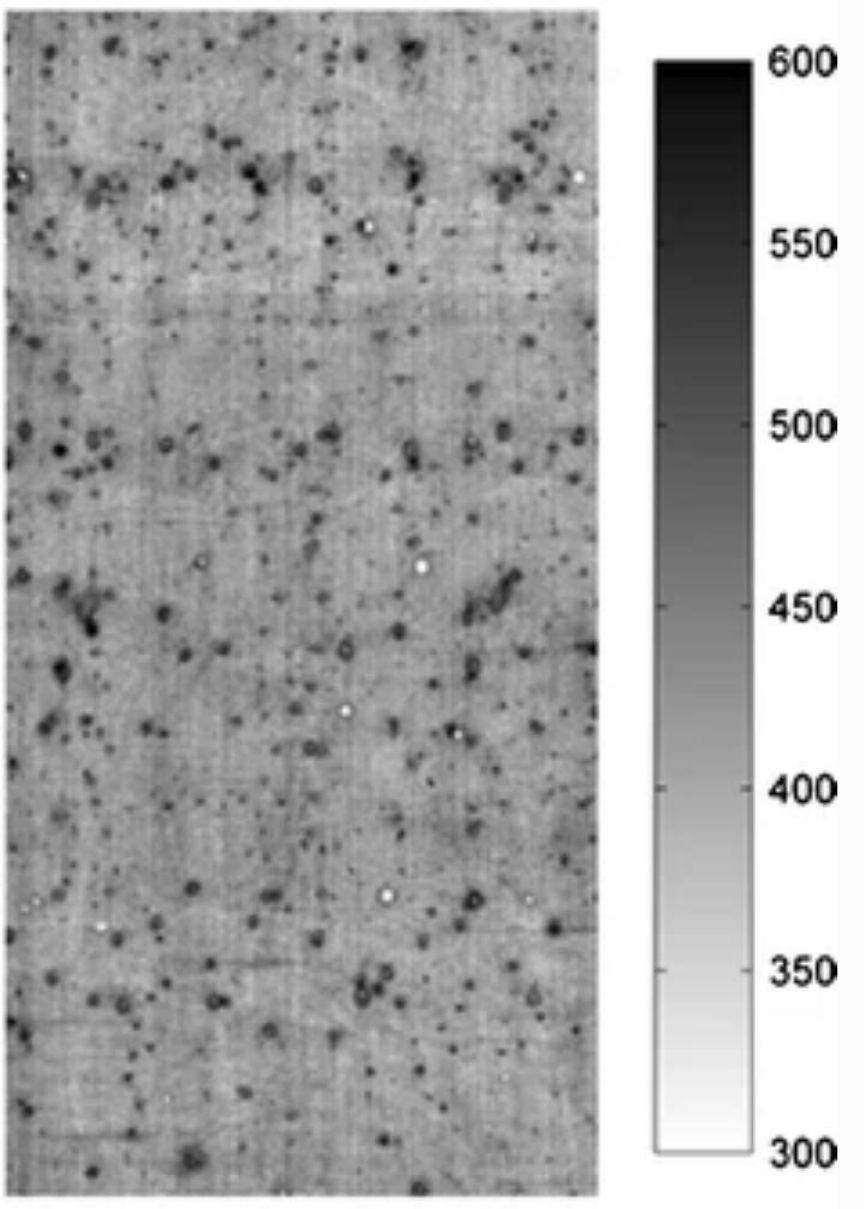
Mätvärden på ”metallfria” positioner i nyproducerade balkonger ligger mellan cirka 90 och 130. Mätvärden direkt på metallinfästningar indikeras som 200 till 225 d v s ungefär samma som fuktighet i konstruktionen. Vid besiktning är det viktigt att känna till detta.

4.1.1 Ytfukt på plywood i skadade plattor, händelseförlopp

Plywood är normalt väl skyddad i plattan och då vidhäftning mellan trä och ytskiktet är mycket bra blir fuktskador lokala vid en mindre skada som i försöket med krosskador. Vattnet ska vid skadan transporteras genom trämaterialet både åt sidor, genom limmet och de olika lagren av faner genom diffusion. Hur detta fungerar och med vilken hastighet är svårt att avgöra exakt då olika träslag har olika egenskaper och forskning kring detta är något bristfällig när vi som här har plastat in hela ytan.

Skador på ytan påverkar annars plattans plywood på ovansidan/undersidan/sidan vars mekaniskas egenskaper försämras om vattenskadan blir mycket långvarig. I normalfallet där lagren av faner inte har separerat kan plywoodskivan återställas genom torkning och förses med ny ytfinish. Hur varierande klimat med temperatur under och över noll grader påverkar eller påskyndar separationen av fanerlager är oklart.

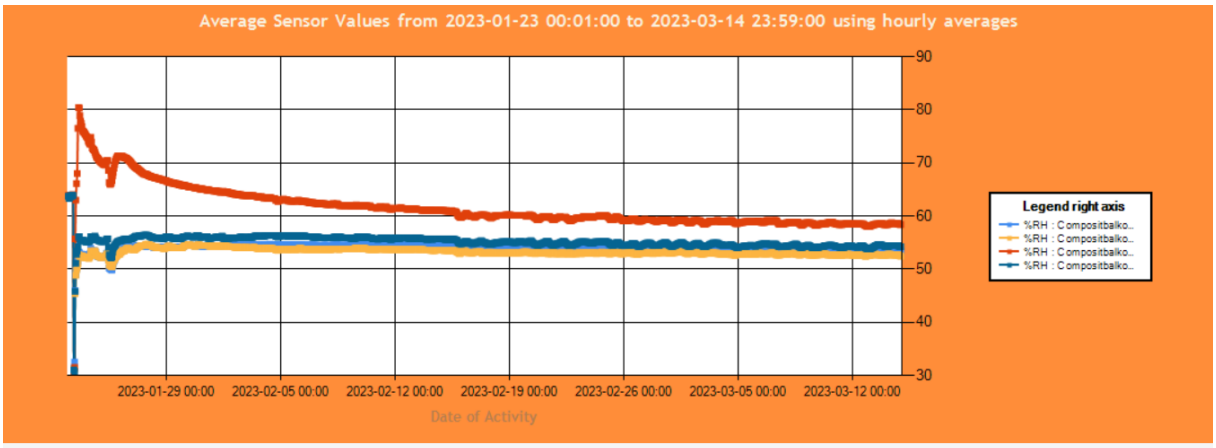
Var skadan och därmed punkten för vatteninträngning uppstår är också av vikt. Om skadan är direkt ovan en kvist till exempel minskas risken för vatteninträngning genom högre densitet och naturligt fuktskydd av kåda eller kärnved. En plywood med yttersta skikt av annat mer beständigt trämaterial skulle till exempel förbättra hela plattans motståndskraft.



Figur 10. Röntgen av en plywoodskiva 1200 x 2400 mm tjocklek 15,9 mm värden i gråskalan anger densitet. Medeldensitet 425 kg/m3. Kvistar och hål syns tydligt.

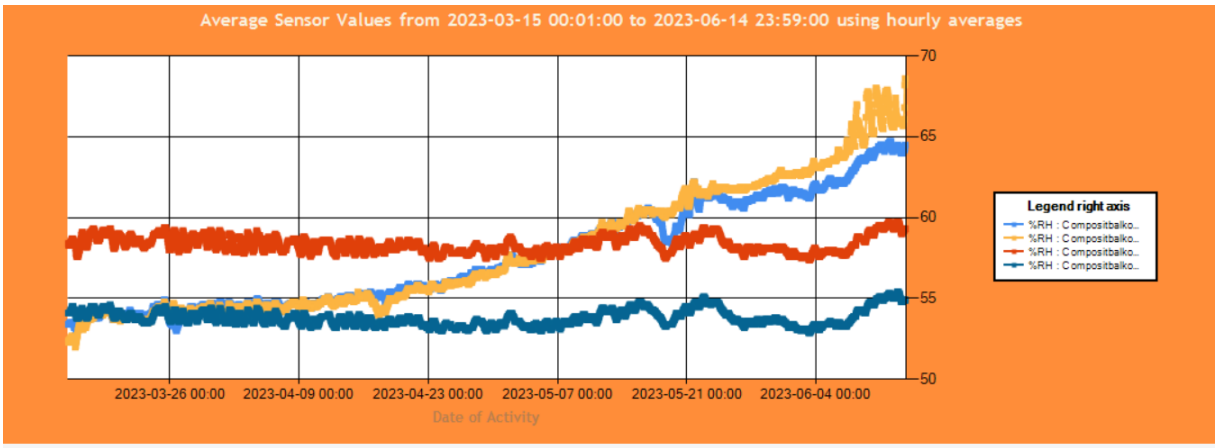
Figur 11. 32 mm träfaner och lim, 14 lager på lager.

4.2 Inre mätning



	%RH : Compositbalkong 1 2023	%RH : Compositbalkong 2 2023	%RH : Compositbalkong 3 2023	%RH : Compositbalkong 4 2023
min	31,30	31,20	30,70	30,70
max	63,80	63,90	80,40	63,90
diff	32,50	32,70	49,70	33,20

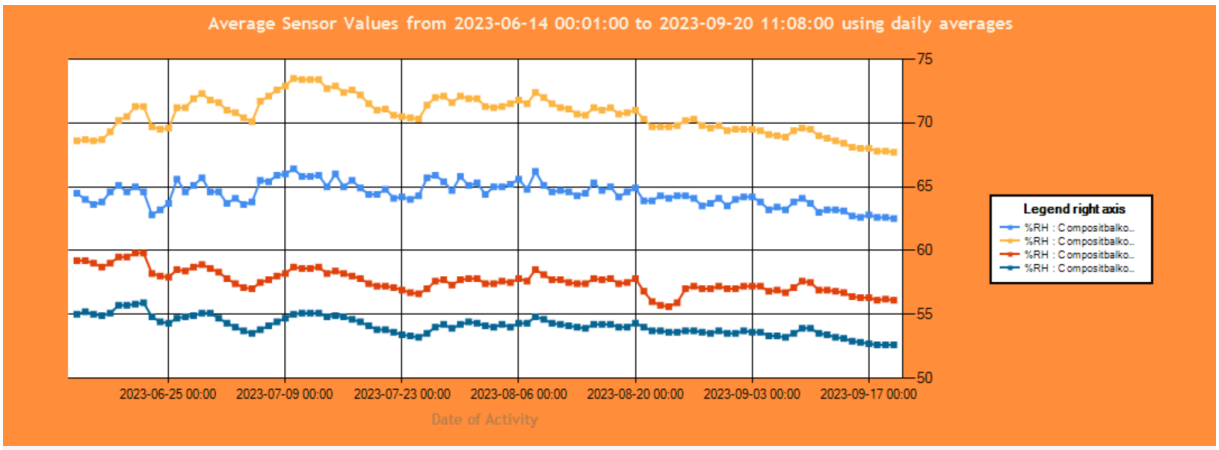
Figur 12. Invändig Relativ luftfuktighet efter produktion. Notera platta 3 (Röd kurva) med ” intern vattenskada”.



	%RH : Compositbalkong 1 2023	%RH : Compositbalkong 2 2023	%RH : Compositbalkong 3 2023	%RH : Compositbalkong 4 2023
min	52,70	52,00	57,40	52,90
max	64,70	68,60	59,70	55,40
diff	12,00	16,60	2,30	2,50

Figur 13. Invändig Relativ luftfuktighet efter vattenbegjutning av platta 1 och 2. (Gul och Blå kurva)

Man kan se att efter tre månader har den inre ”vattenskadan” hanterats genom att vattnet absorberats i den stora volymen trä. Först efter 2 veckor av vattenbegjutning syns sedan en svag ökning av skadade plattors inre klimat. Nivån stiger något snabbare i den skurna plattan jämfört med den med krosskador.



	%RH : Compositbalkong 1 2023	%RH : Compositbalkong 2 2023	%RH : Compositbalkong 3 2023	%RH : Compositbalkong 4 2023
min	62,50	67,70	55,60	52,60
max	66,40	73,50	59,80	55,90
diff	3,90	5,80	4,20	3,30

Figur 14. Invändig Relativ luftfuktighet efter avslutad vattenbegjutning av platta 1 och 2.

Den gemensamma svaga trenden nedåt i alla kurvor kan till stor del förklaras av att temperaturen i laboratoriet sjunkit från högsommarvärme på upp till 26 grader till mer normala 18 - 19 grader. Den skurna plattan visar att trots att vattenbegjutningen avslutats ökar den inre luftfuktigheten under 2 veckor innan det stabiliseras för att sedan sjunka. Vattnet fördelas då ut i trämaterialet och konditioneras. Det har att göra med att fuktkvoten i träet naturligt strävar efter att ställa sig i jämvikt med omgivningens eller i detta fall plattans relativa luftfuktighet, RF. Detta tar tid, men när fuktkvoten väl ändras så ändras även träets volym.

Över fibermättnadspunkten varken krymper eller sväller trä när fuktkvoten ändras. Under fibermättnadspunkten krymper däremot trä när fuktkvoten minskar och sväller när fuktkvoten ökar. Rörelsen är proportionell mot förändringen av fuktkvoten. Fuktrörelserna är dock olika stora i olika riktningar [tabell]. Gran och furu har ungefär lika stora fuktrörelser, men för övriga träslag är fuktrörelser olika stora.

Tabell 2. Fuktrörelser furu och gran. I procent mellan fibermättnad och absolut torrt trä.

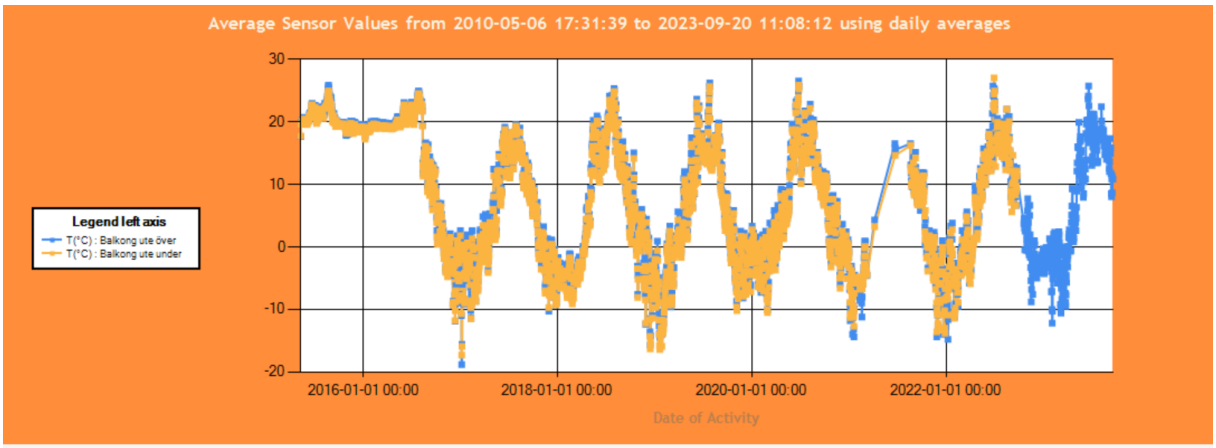
Riktning	Procent	
	Furu	Gran
Tangentiellt	7,7	7,8
Radiellt	4	3,6
Fiberriktningen	0,4	0,3
Volymändring	11,7	11,8

4.1 Resultat från andra plattor

Två Plattor finns idag utanför RISE laboratorium i Skellefteå. Dessa plattor har utsatts för regn och snö under flera år och dokumenterats under lång tid via inbyggd sensor och nu med en optisk besiktning.

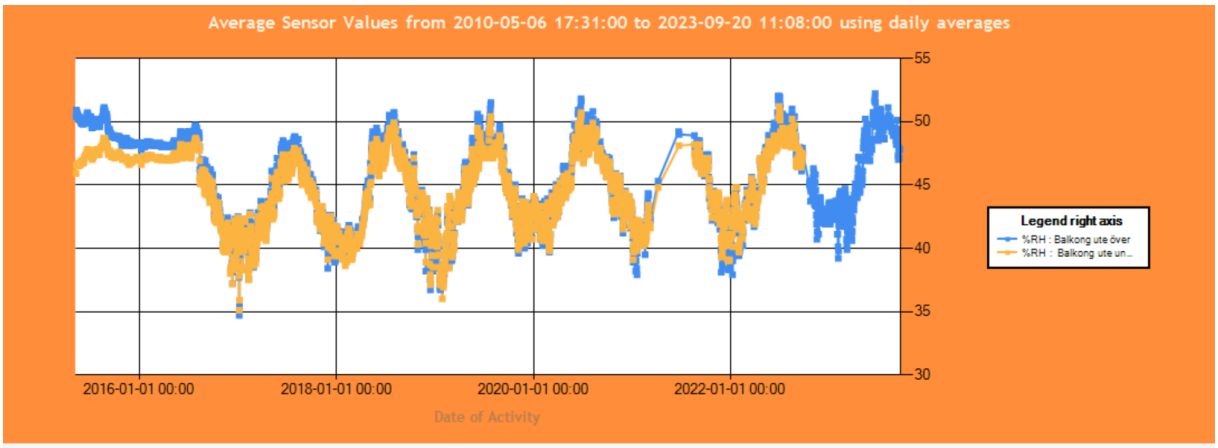
Figur 15. Provbalkonger utomhus på RISE i Skellefteå med interna sensorer.

Figur 16. Mätvärden från balkongplattans ovansida notera is och snö på plattan.



	T(°C) : Balkong ute över	T(°C) : Balkong ute under
min	-18,80	-17,30
max	26,50	27,00
diff	45,30	44,30

Figur 17. Mätvärden på temperatur inuti balkongplattor

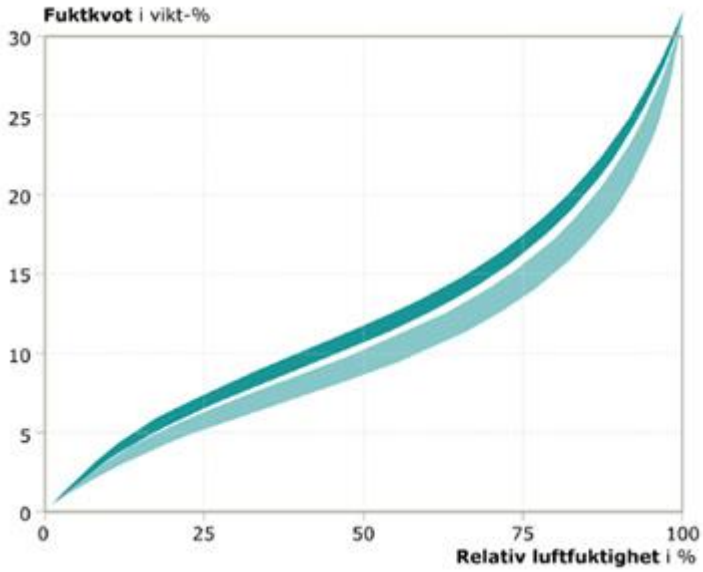


	%RH : Balkong ute över	%RH : Balkong ute under
min	34,70	35,10
max	52,20	51,20
diff	17,50	16,10

Figur 18. Mätvärden på Relativ luftfuktighet inuti balkongplattor.

Fuktkvoten i trä strävar efter att ställa sig i jämvikt med omgivningens relativa luftfuktighet (RF). Sambandet mellan virkets jämviktsfuktkvot och den relativa luftfuktigheten brukar anges med så kallade sorptionskurvor. Sambandet varierar något med temperaturen.

Vid en och samma RF minskar träets fuktkvot med ökad lufttemperatur. Kurvan får olika utseende vid fuktavgivning, desorptionsisoterm, och fuktupptagning, adsorptionsisoterm, se Figur 19. Adsorptionskurvan ligger alltid under desorptionskurvan. I en träbit som fuktas upp är jämviktsfuktkvoten därför lägre än vid torkning av samma träbit. För varje cykel av torkning respektive återfuktning minskar skillnaden mellan desorptionskurvan och adsorptionskurvan. Vid 50 % RF varierar skillnaden i jämviktsfuktkvot mellan 1 och 4 %-enheter. När skillnaden närmar sig noll talar man om att virket har "dött". Gamla snickare ville att virket skulle vara "dött" innan de använde det för tillverkning av snickerier. Tiden från avverkning av trädet till tillverkning av en träprodukt skulle vara minst två år.



Figur 19. Sorptionskurvor. Relativ luftfuktighet i den mer än 7år gamla plattan motsvarar här en fuktkvot på runt 9–10 procent.

4.2 Klimatklasser för trä enligt Eurokod 5.

Vid dimensionering av en träkonstruktion beaktas fuktens inverkan på bärförmåga och styvhet genom att konstruktionen hänförs till olika klimatklasser enligt Eurokod 5, SS-EN 1995-1-1. Därutöver finns benämningar på fuktkvotsnivåer som är allmänt vedertagna.

Klimatklass 1:
karakteriseras av en fuktkvot i materialen svarande mot en temperatur av 20°C och en relativ luftfuktighet som överskrider 65 % endast några få veckor per år. (Medelfuktkvoten i de flesta barrträslagen överskrider inte 12 % i Klimatklass 1.)

Klimatklass 2:
karakteriseras av en fuktkvot i materialen svarande mot en temperatur av 20°C och en relativ luftfuktighet som överskrider 85 % endast några få veckor per år. (Medelfuktkvoten i de flesta barrträslagen överskrider inte 20 % i Klimatklass 2.)

Klimatklass 3:
karakteriseras av klimatförhållanden som ger högre fuktkvot än i Klimatklass 2.

Exempel på fuktkvoter i andra material: Efter konditionering vid + 20° C och 65 % relativ luftfuktighet är fuktkvoten normalt: 11 - 12 % för plywood, 10 % för spånskivor, 8 % för träfiberskivor, 6 % oljehärdade träfiberskivor.

5 Mätningar på plattor i fält, Cederterassen

På Cederterrassen i Piteå finns en platta på våning 1 med en ovanlig skada. Skadan som finns på den platta som är längst ned där ena halvan ligger på marken upptäcks nu i juli 2023 och syns på Google maps på foto från 2022 och nu ökat i längd och storlek. Mätvärden ovan sprickan ligger runt 400. På den frihängande delen på fria ytor och runt övriga infästningar är värden runt 100 det vill säga precis som en nyproducerad platta.

Vad som hänt här är inte klarlagt. Är felet eller skadan beroende på material, montage eller annat vi inte kan se i nuläget. Det är av största intresse att undersöka detta då man i dagsläget i branschen ser stora miljömässiga fördelar med Träplatta på mark och en möjlig väg framåt att ersätta en (Betong)platta på mark. En mer skyddad Balkongplatta på mark kan då vara ytterligare en lösning för mer utsatta platser.

Figur 20. Oförklarlig skada på platta som delvis ligger an mot mark.

Figur 21. Närbild på skadan där man ser separation mellan skikten i KL-träet

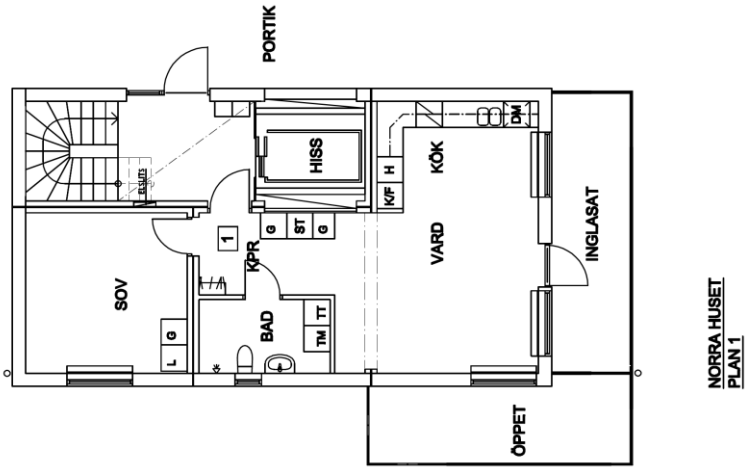
En enklare utredning görs och följande information togs fram. Massiva träplattor för Cederterrassens balkonger har tillverkats av KREUZLAGENHOLZ – KLH® i Österrike och levererats till Lindbäcks vecka 45 år 2009. Denna finns på norra huset plan ett.

Andra undersökningen visar att höga fuktkvoter uppnåtts lokalt vid sprickan. Vidare kan man konstatera att dessa mycket höga fuktkvoter är lokala över delen av plattan som ligger på mark. En front av fukt är på väg in i plattan som hänger fritt och Fuktindikering kan öka från

130 till 260 enheter över en så kort sträcka som 10 cm. Detta kan innebära att träet på dessa ställen utsätts för en betydande mekanisk påfrestning som nu ökar vid frost. Denna kan i sin tur sannolikt leda till uppkomst av sprickor inne i träet och även separation av ytskiktet från trämaterialet vilket leder till större risk för ansamling av fritt vatten.

Några nya mätningar med penetrerande stålstift görs 2023-09-22 (resistiv fuktkvotsmätare Protimeter Timbermaster) Även med längre stift som borras in på olika djup, 50 mm respektive 80 mm. Skadan har under sommaren hösten ökat ytterligare nu med en synlig spricka på undersidan. Fuktkvotsnivåer på sidan visar på drygt 20 till drygt 30 % när man mäter på 2 olika djup. Undersidan närmare 40%. Not: Mätmetodens exakthet vid dessa nivåer på fukt är dålig men materialet är mättat med avseende på vatten.

Figur 22. Synlig spricka med hög fuktkvot under plattans mitt.



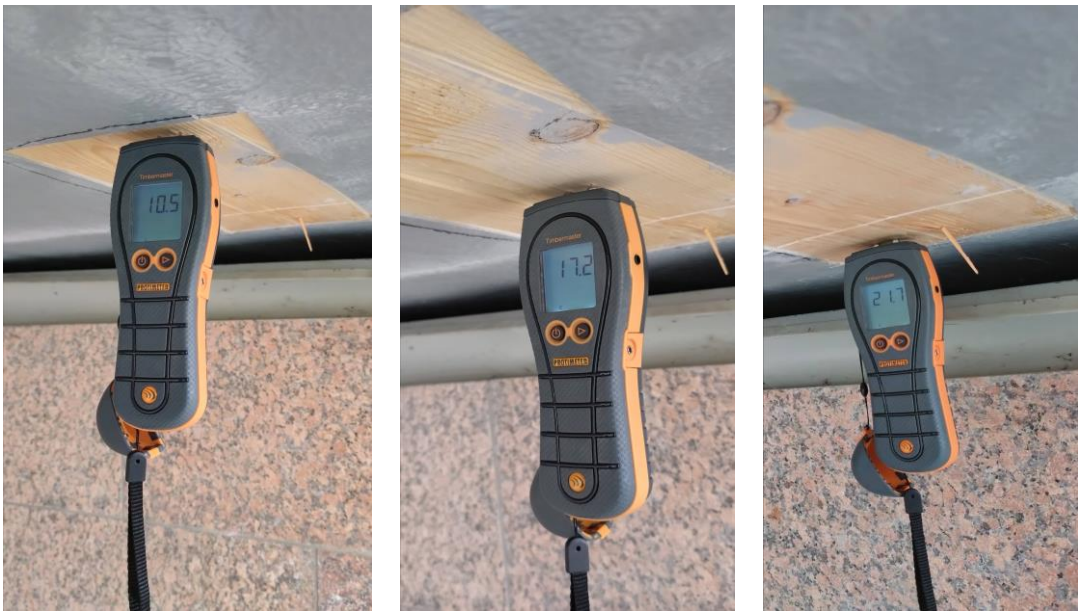
Figur 23. Ritning på aktuell platta märkt ”ÖPPET”.

Efter kontakt med Lindbäcks med Compositbalkonger under hösten 2023 bedömdes det finnas behov att titta närmare på skadan för utvärdering och eventuell åtgärd i form av uttorkning eller utbyte. Efter ett besök på plats i april 2024 kunde det konstateras att plattan hade skadats så att kraftig röta påträffats i kanten ut mot väg och mot innergården.

Figur 24. *Efter avlägsnade av glasfiber ut mot väg syns skadan tydligt.*

Figur 25. *När kantstenar avlägsnats från marken på innergård syns sprickan som leder in vatten in i plattan.*

Mätvärden med stift i den friska torra delen ligger på runt 10% fuktkvot och runt 120 med fuktindikator. På undersidan mot delen som ligger ovan mark kan man se en kraftig fuktkvotsökning över en kort sträcka.



Figur 26. *Fuktkvot i KL-trä ökar kraftigt över en kort sträcka. (Mätning utförd 2 veckor efter att ytskiktet avlägsnats)*

5.1 Bytet av balkongplatta på Cederterrassen

Beslut tas att byta ut plattan för att finna vad som orsakat skadan och 2024-05-22 utförs bytet av två personer och traktorförare från byggaren Lindbäcks och 2 från balkongtillverkaren Compositbalkonger. RISE som närvarar dokumenterar skador på balkongplattan och vad som kan ha orsakat dessa utifrån hur den är placerad på mark mot som byts ut samt gör fler mätningar på balkonger mot innergård med grus och plattor.

Figur 27. *Tydlig spricka där fukten haft möjlighet att tränga in i plattan.*

Bytet av själva plattan på marknivå ut mot väg som är nästan 180 x 600 centimeter i KL-trä går förvånansvärt fort och sker utan missöden. Efter endast en timme har inglasning avlägsnats och den skadade plattan tagits bort.

Efter 3 timmar har den nya plattan av massiv plywood kommit på rätt plats och finjusterar görs för att få rätt lutning från fasad och återmontera räcke och inglasning.

Figur 28. Ny platta lyfts på plats

5.2 Första analys på plats

Hyresgästen berättar att mark mot innergård och balkong är blöt länge på våren. Nålfiltsmattan med noppor[1] på undersida som ligger på lägenhetens andra balkongplatta är helt blöt långt in i maj månad då fukt kommer in utifrån. Vilket då också i sin tur innebär att balkongplattans spricka har haft en hög fuktbelastning under lång tid varje år sedan installation.

Lägenhetens andra platta som ligger i vinkel mot den skadade plattan mäts mer ingående och mätvärden ligger här mellan 90–130 det vill säga i nivå med nytillverkade och gamla, oskadade plattor.

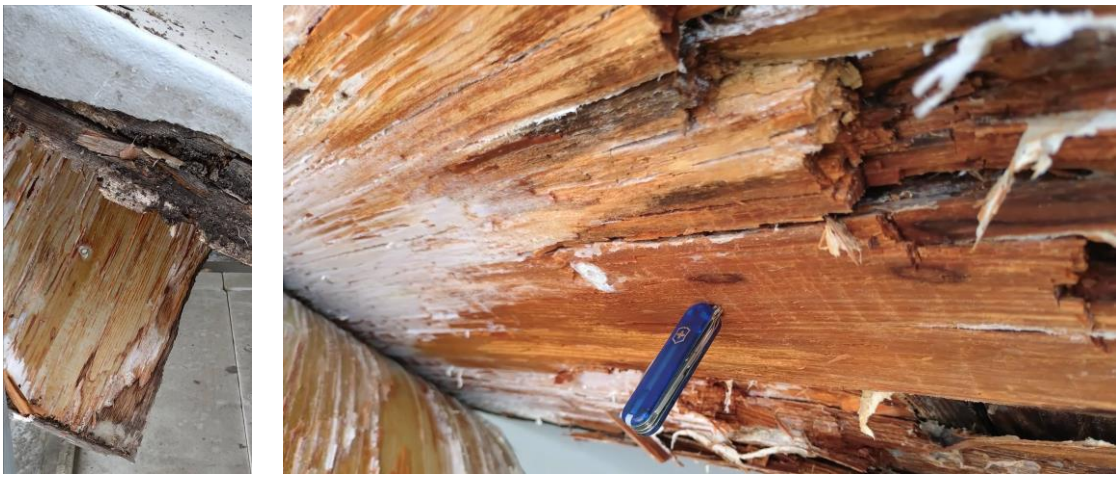
Figur 29. *Mätningar på lägenhetens andra balkongplatta under nålfiltsmatta med noppor på undersida.*

[1] Nålfiltsmattor är slittåliga och mjuka/varma att gå på, kräver minimalt med underhåll samt bidrar till en akustiskt bättre miljö och är då populära i källare, på mässgolv och balkonger. I en blöt miljö fungerar de då sämre genom att materialet funkar som ett läskpapper eller wettexduk. Materialet i sig tar liten skada men kan ge andra negativa effekter på grund av vattnet enkelt sprids i materialet genom kapillära krafter.

Den skadade plattan har spruckit längs kanter på de tre sidor där fukten trängt in och i spalten mellan de två plattorna har en 10 x 50 cm stor vit svamps fruktpropp bildats. Av färgen och konsistens att döma troligtvis en så kallad Källar- eller Timmersvamp (Coniophora puteana) vilken är en rötsvamp som är vanlig att finna i hus där det av någon anledning blivit riktigt fuktigt till blött mot konstruktionsvirke. Ingen missfärgning eller skada på plattan mot innergård syns.

Tabell 3. *Indikatorvärden mätt från ovansida (Kursiv stil = Interpolerat värde).*

	Vägg		Under fönster			Spalt mot annan platta		
116	120	116	120	116	116	167	200	158
108	*117*	*112*	*112*	*112*	*116*	*169*	*191*	200
99	114	107	104	107	116	170	182	350
108	*117*	*114*	*110*	*109*	*118*	*168*	*182*	200
116	120	120	116	110	120	165	182	170



Figur 30. *Glasfiber lossnar från undersidan av plattan som nu är rötskadad och mättad med vatten.*

Tabell 4. *Indikatorvärden mitt kantsida in mot vägg (Kursiv stil = Interpolerat värde).*

600	560	520	480	440	400	360	320	280	240	200	160	120	80	40	0
117	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	155	325	240	220	182	210

Inget som kan ses på plats förklarar vad som orsakat skadan på balkongplattan men informationen med avseende på fuktförhållanden ger indikation om extrem fuktbelastning.

5.3 Vidare analys på RISE i Skellefteå

Den skadade plattan levererades till RISE i Skellefteå för mätning av fuktkvot och undersökning av skadans utbredning. Den aktuella plattan har tillverkats i Norrlångträsk med KL-trä från KLH, det vill säga före produktionen startade i Fällfors hos Compositbalkonger. Bilder på tvärsnittsytor från balkongplattan återfinns i bilaga medan de uppmätta fuktkvotsvärdena redovisas i Tabell 5. Inga värden redovisas från området närmast skadan eftersom rötangrepp i denna del omöjliggjorde mätningar i den mest skadade delen, se bilaga. Orsaken till skadan kunde inte fastställas med säkerhet men troligtvis så har sprickan i

tätskiktet uppstått först, vilket gjort att vatten kunnat tränga in i plattan, varvid både sprickan på tätskiktet samt skadan inuti plattan förvärrats över tid.

Tabell 5. Uppmätta fuktkvotsvärden i balkongplatta.

Avstånd från skadad kant (cm)	85	105	125	155	185	210	250
Uppmätt fuktkvot (max, %)	50	40	40	40	40	35	20

6 Övriga resultat från tidigare försök

Under slutet 2008 gjordes det några tester på infästningar i Balkongelement bestående av korsvis limmade trälameller som i sin tur var inplastade med ett ca 2-3mm tjockt lager plast. Alla plattorna var uppbyggda på samma sätt förutom att infästningen för räckesstolpen var gjord på 4st olika sätt. Inget halkskydd fanns på slitytan.

1. Kemtät, utetät, ½ franskskruv (3st provkroppar), förborrad med Ø9 mm.
2. Kemtät, utetät, gängstång (skruvad), 2st provkroppar, förborrad med Ø9 mm.
3. Kemtät, utetät, gängstång (islagen) 1st provkropp, förborrad med Ø9,75 mm.
4. Utetät, fransk skruv 3st provkroppar, förborrad med Ø8 mm.

Proven utfördes i SP Träteks (Nu RISE) laboratorie i en rostfri balja fylld med vatten. Före inplastningen mättes fuktkvoten i träet på 12 ställen med två olika djup 10 respektive 25 mm för varje provbit.

Fuktkvoten var i medeltal 12,3% std av. 1,8%. Vid 10mm 10,9% respektive 13,7% vid 25mm.

Etapp 1: Provobjekten sänktes ned i vattnet och tyngdes ned av vikter för att hållas under ytan. Före och efter vattenbadet vägdes alla bitarna.

Efter 1:a etappen när provkropparna hade legat under vatten i 27 dygn så är det variant 1 och 2 ovan som klarade detta utan att ta upp vatten (2 – 5 g massökning). Prov 3 och 4 ökade sin massa med 46 – 359 g. Detta motsvarar 0,6% - 4,6%. Som jämförelse fanns en provbit i KL-trä utan plast som absorberade 46,6% av sin ursprungliga vikt.

Etapp 2: Provobjekten som gäller för fortsatta tester är de tre 1:orna. På två av dessa togs tätning och stolpfäste bort samtidigt som skruvarna satt kvar, en stoppades in och frystes ett dygn. De andra proverna tätades och sedan släpptes det en 500 grams stålkula eller 179 grams stämjärn på dem, både de som var frysta och rums tempererade. Fallhöjderna för vikten var 1500, 2000, 2500 och 3000 mm. Stämjärnet släpptes 4 gånger på samma bit med en fallhöjd av 1000 mm. Provkropparna stoppades sedan ner i vattenbadet i 11 dygn. Även här vägdes bitarna före och efter badet.

Massökningen som noterades var 2 – 3 gram det vill säga under 0,04% vilket torde vara ett metod- eller mätfel.

7 Slutsatser från labbförsöken

De nytillverkade balkongplattorna visar på god hållbarhet och resiliens under försöket och mätvärden ligger i linje med det gamla provet och de gamla plattorna från ett tidigt försök. Trots den kraftiga fuktbelastningen på plattans yta överskrids inte plattans inre relativa luftfuktighet 75% vilket är bra och ligger i linje med BBR uppmaning.

BBR 6:52 ”Byggnaden ska inte utsättas för större fuktbelastningar än vad materialen och produkterna i byggnaden med säkerhet tål. Om det kritiska fukttillståndet inte är väl undersökt och dokumenterat ska en relativ fuktighet (RF) på 75 % användas som kritiskt fukttillstånd. (BFS 2014:3)”.

Både den oskadade och den med intern vattenskada visar på låga nivåer d v s under 60%. Som jämförelse ligger plattorna som finns på RISE parkering och svänger över åren mellan cirka 40 och 50%. Vattenupptagningen i den skurna plattan kan eventuellt leda till viss svällning av trämaterialet och borde därför bevakas de närmaste åren då plattan tillåts frysa och tina i RISE Carport.

Referenser

www.traguiden.se

SP INFO 2005:24 Fukt i trä för byggindustrin. SP Trätek, 2005.

SP INFO 2005:24 Fukt i trä för byggindustrin: fuktegenskaper, krav, hantering och mätning.

Rapport 9204027 Fuktfördelning i ytbehandlad utomhuspanel - Studier av fuktdynamik med hjälp av datortomografi Trätek, 1992.

Li, W., Van den Bulcke, J., De Windt, I. et al. Moisture behavior and structural changes of plywood during outdoor exposure. Eur. J. Wood Prod. 74, 211–221 (2016). https://doi.org/10.1007/s00107-015-0992-z

Chen, S., Liu, X., Fang, L. et al. Digital X-ray analysis of density distribution characteristics of wood-based panels. Wood Sci Technol 44, 85–93 (2010). https://doi.org/10.1007/s00226-009-0256-3

SS-EN 13183-1 Fuktkvot – Torrviktsmetoden. SIS Förlag AB, 2003.

SS-EN 13183-2/AC:2004 Trävaror – Fuktmätning – Del 2: Skattning av fuktkvoten hos ett stycke sågat virke (Resistansmetoden). SIS Förlag AB, 2004.

Bilaga

GivarID på skadade provbalkonger

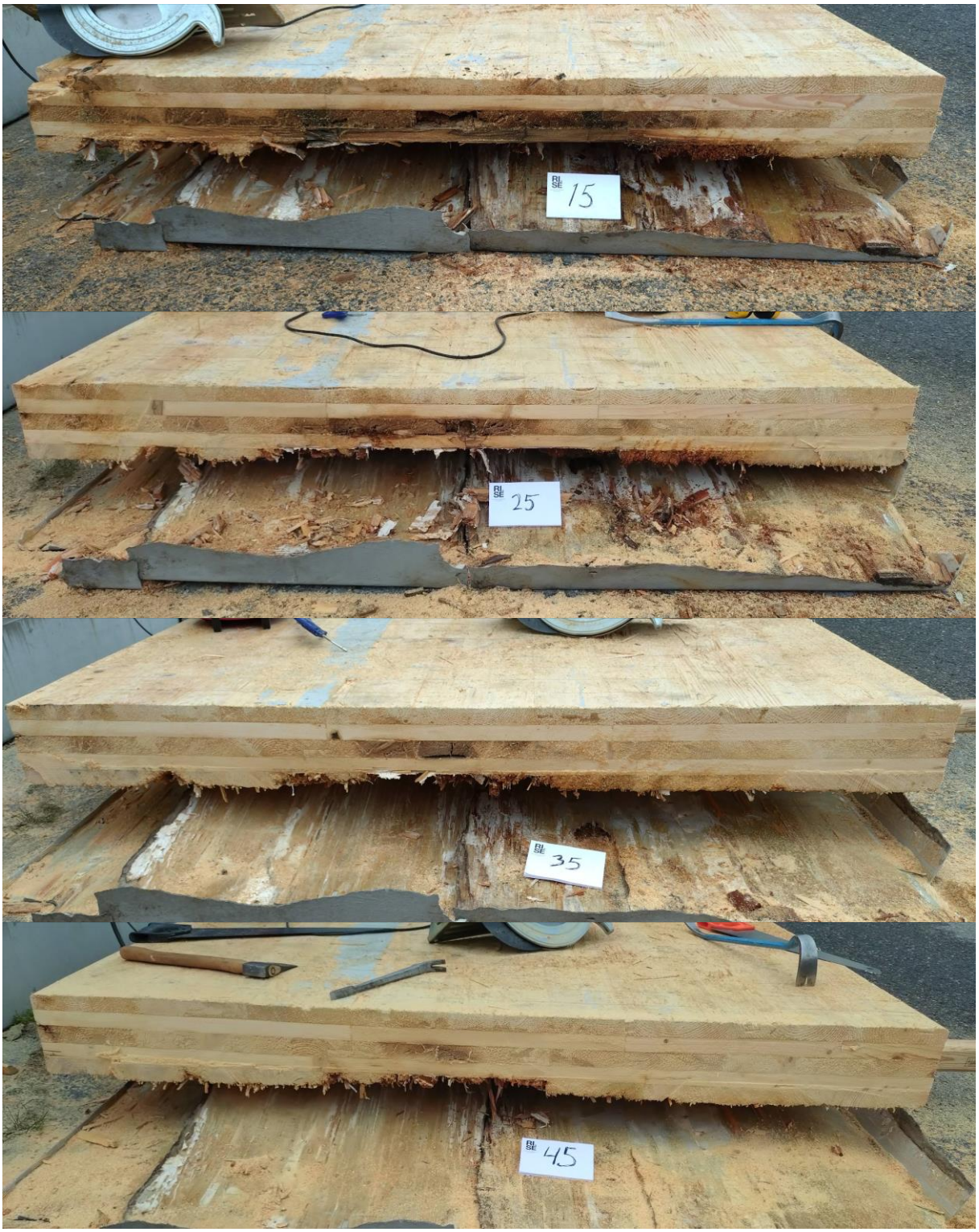
Sensor Type 160 - Datalogging T, RH and Wood Moisture - 79 Sensor(s)

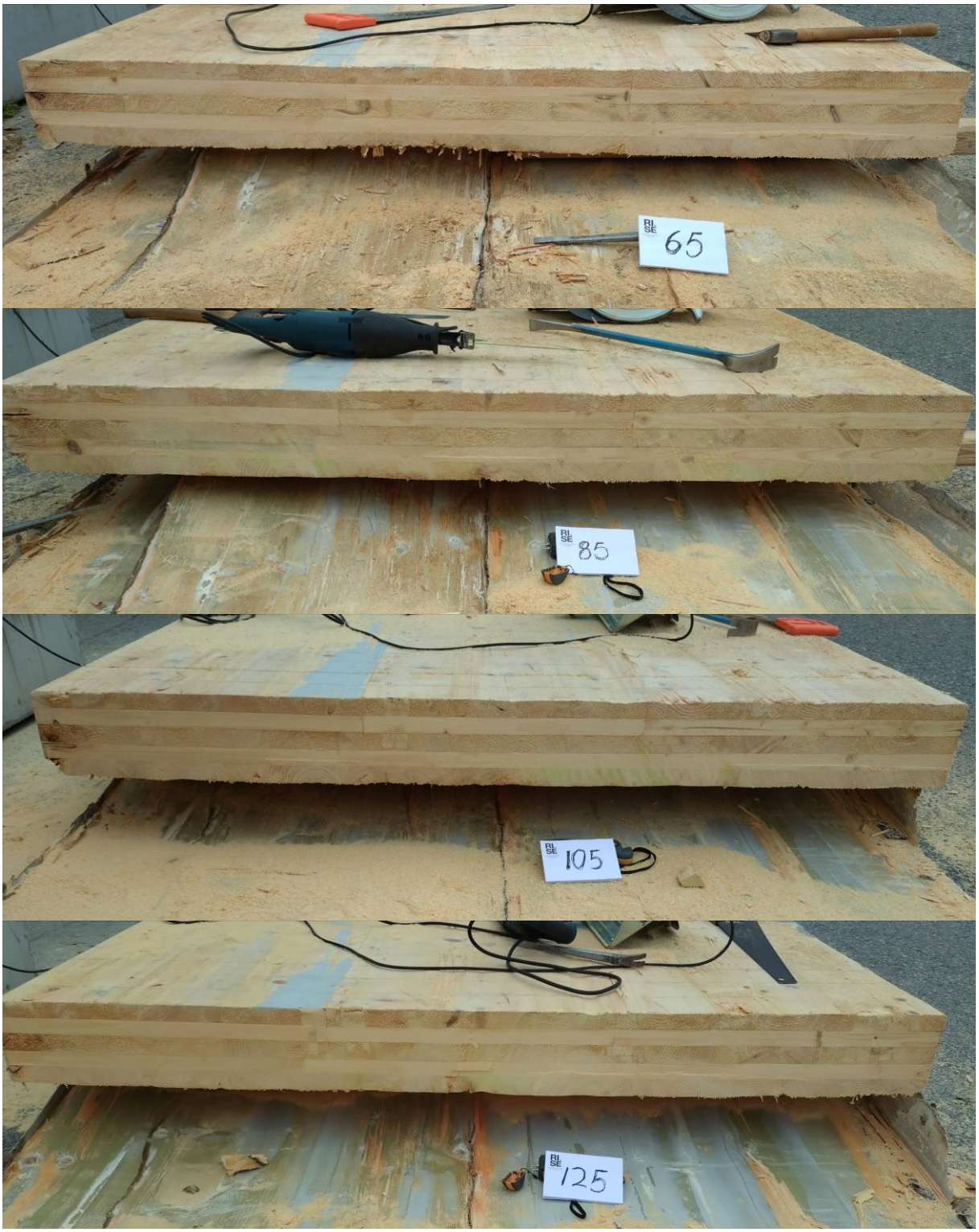
Sensor Id	Description	Last Activity	Sts	T(°C)	%RH	AH(g/kg)	DP(°C)	%WME	Vbatt(Vdc)
2C060056	Compositbalkong 1 2023	23-01-23 06:55:05	A	21,3	63,7	10,1	14,2	17,2	3,3
2C06006C	Compositbalkong 2 2023	23-01-23 06:55:51	A	21,3	63,8	10,1	14,2	17,2	3,2
2C060119	Compositbalkong 3 2023	23-01-23 06:56:19	A	21,3	63,9	10,1	14,3	17,2	3,2
2C060264	Compositbalkong 4 2023	23-01-23 06:55:41	A	21,3	63,6	10,1	14,2	17,2	3,3

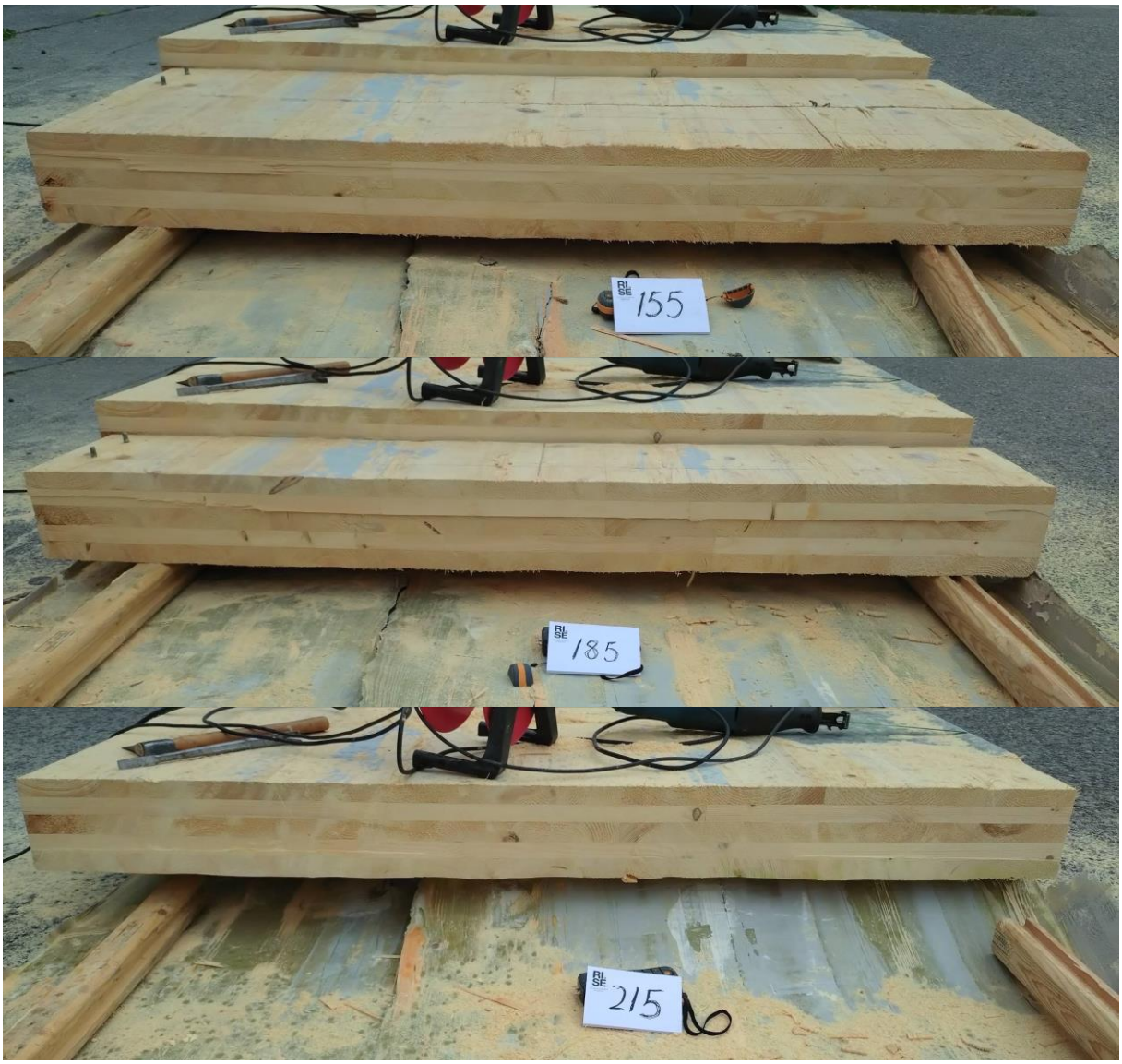
Figur 31. Aktiva sensorer för spårning. Värden vid Kalibreringskontroll i klimatkammare och med känt motstånd som motsvarar 17% fuktkvot.

Bildserie på balkongplatta från Cederterassen

En serie med bilder som visar skadans utbredning längs den utbytta balkongplattan från Cederterassen visas nedan. På de vita lapparna står avståndet i centimeter från kanten.


15
25
35
45


65
85
105
125



Figur 32. Skadans utbredning i den utbytta balkongplattan från Cederterassen. De vita lapparna visar avståndet från kanten, mätt i centimeter.

Om TräCentrum Norr
En centrumbildning vid Luleå tekniska universitet.
Målet för TräCentrum Norr är en svensk träindustri som genom nya/utvecklade produkter, system och tjänster kan öka förädlingsvärdet och stärka konkurrenskraften till gagn för såväl företagen som hela samhället.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Derome, Lindbäcks Bygg, Martinsons, SCA Wood, Norra Skog, Sågverken Mellansverige, SÅGAB, Sveaskog, Setra, Holmen, Luleå tekniska universitet, RISE Research institutes of Sweden, Skellefteå kommun och Piteå kommun.