

# FUKTSÄKERHET VID KL-TRÄBYGGANDE UTAN VÄDERSKYDD

*Fallstudie, fältmätningar och intervjuer*



**Lars Olsson**

**2019-10-30**

# FÖRORD

Projektet har finansierats av SBUF (huvudfinansiär), RISE och medverkande företag. Skanska sökte projektet och RISE, Lars Olsson har varit projektledare och utförare. Samordning har gjorts med SBUF-projekt 13499 "Väderskydd - en lathund för entreprenören".

Tack till platschefer på byggplatser för att ni har tillgängliggjort byggnationerna för mätningar och tack till fuktsakkunniga för att ni delat med er av fuktsäkerhetsarbetet. Tack till de personer som blivit intervjuade och för att ni delat med er av era erfarenheter. Tack till styrgrupp och referensgrupp för värdefulla synpunkter. Tack till Linda Martinsson och Emma Brycke för samarbete mellan projekten, båda Skanska. Tack till Robert Daun och Elisabeth Gondel, båda Botaniska Analysgruppen, för mikrobiologiska analyser. Tack till Gunilla Bok och Annika Ekstrand-Tobin för mikrobiologiska analyser och Carl-Magnus Capener för synpunkter, samtliga RISE.

## Styrgrupp:

Charlotte Svensson Tengberg, Elin Hiller och Åsa Bolmsvik, Skanska  
Mats Franzon, Akademiska Hus  
Anders Ljungberg och Fredrik Gränne, NCC  
Jonas Averius, PEAB  
Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier

## Referensgrupp:

Jan Henningsson, Akademiska Hus  
Fredrik Herrman, AK-konsult Indoor Air  
Mikael Jardeby, Mats Nilsson, Anders Koppfeldt, Patrik Strömberg, ByggDialog  
Håkan Nyström, Fyren Projektpartner  
Per Hilmersson, Integra Engineering  
Peter Jacobsson, Martinsons  
Nadja Lindhe, NLMILJÖ  
Karin Hedén, White arkitekter

## *Ledamöter i FoU-Väst*

Johan Alte, Veidekke  
Robert Bengtsson, Tuve Bygg  
Joakim Dahlgren Persson, Hyrmaskiner  
Lars-Göran Dahlqvist, Besab  
Andreas Furenberg, Peab  
Tobias Hagrenius, Erlandsson Bygg  
Mats Karlsson, Thomas Betong  
Niklas Sparw, NCC  
Charlotte Svensson Tengberg, Skanska  
Åsa Tenggren, Serneke  
Anders Lönn Lundbäck

Lars Olsson

Kalmar, oktober 2019

# SAMMANFATTNING

Resultaten är baserade på två fallstudier med totalt fyra byggnader. Fältmätningarna uppvisar mikrobiologisk påväxt i samtliga objekt och i princip på alla undersökta våningsplan. Av totalt 200 analyserade mät-punkter hade hälften sparsam påväxt och ungefär en tredjedel hade måttlig-riklig påväxt. Baserat på utfallet så förefaller det vara svårt eller omöjligt att undvika uppkomst av mikrobiell påväxt under byggnation med KL-trä utan väderskydd utifrån vad som framkommit i denna studie. Detta innebar att Boverkets byggregler och AMA Hus 18 inte kunde uppfyllas i första läget. Därefter ska omfattande saneringsarbete ha gjorts i alla fyra objekten men resultaten av det arbetet har inte inrymts i denna studie.

Projektets syfte är att öka kunskapen om hur KL-träkonstruktioner inklusive skarvar, anslutningar och infästningspunkter, påverkas vid nederbörd under byggtiden och dess fuktsäkerhet. Detta för att industrin ska kunna avgöra behovet av väderskydd. Studien är baserad på verkliga mätningar av fuktkvot och materialprovtagning under byggnation samt mikrobiologisk analys. Vidare har en litteraturstudie genomförts samt intervjuer med sju personer med erfarenhet av byggnation med KL-trä utan väderskydd.

Resultaten visar att högst andel mögelpåväxt uppkom i håligheter, springor mellan bräder och anslutningar där vatten kan bli stående eller där uttorkningen är begränsad. Det var också vanligt med påväxt på plana ytor där vatten samlats. Mögelpåväxt uppkom även under vintern och senvintern förmodligen på grund av mildväder vilket kan konstateras att KL-trä behöver väderskyddas under alla årstider.

De egna fuktsäkerhetsplanerna har varit svåra att följa för byggtreprenörerna eftersom det visade sig vara praktiskt svårt att täta mot vatten samt att det tog längre tid än planerat att ta bort vattnet med våtdammsugare. I planerna fanns sanering med som en metod men som har fått användas i betydligt större utsträckning än planerat.

Litteraturstudien visar att det är ytterst ovanligt att det görs mikrobiologisk analys av KL-trä, som utsatts för förhöjd fuktighet eller vatten, både i laboratorie- och fältstudier vilket pekar på att det finns uppenbara brister i det vetenskapliga arbetet vid praktiska studier. Däremot anger flera KL-trähandböcker att KL-trä ska skyddas mot fukt och nederbörd. Dessutom anges det i den svenska KL-trähandboken att provtagning och skadekontroll genomförs av ytor som blivit fuktutsatt. Det verkar finnas en okunskap både nationellt och internationellt om hur detektion av mikrobiell påväxt går till i verkligheten eftersom det är ovanligt att det görs vid praktiska studier både i fält och labb. Genom att underlåta analys så går det inte att svara på frågan om påväxt uppkommit eller inte. Däremot verkar det finnas en god kunskap i litteraturen om att trä är fuktkänsligt och att det ofta genomförs mögelsimuleringar vid teoretiska studier.

I intervjuundersökningen anser hälften att sanering bara behövs vid synlig påväxt. Trots att det gjorts en fuktsäkerhetsprojektering så har det byggts utan väderskydd i de byggprojekt som personerna jobbat med. Förmodligen har sanering funnits med i projekteringen eftersom samtliga har använt sanering som åtgärd. Få känner till att det finns ett krav på kritiskt fuktillstånd av 75 % RF för material och produkter som saknar dokumentation, i Boverkets byggregler.

Det förefaller saknas fuktsäkra montage-metoder eller lösningar för KL-träbyggande utan väderskydd samt deklaration av KL-träprodukters kritiska fuktillstånd. Därför rekommenderas att använda väderskydd, helst heltäckande väderskydd.

# INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b> .....	<b>1</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>2</b>
<b>INNEHÅLL</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INTRODUKTION</b> .....	<b>5</b>
1.1 BAKGRUND.....	5
1.2 SYFTE OCH NYTTA.....	6
1.3 METOD, OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING.....	6
<b>2 LITTERATURSTUDIE</b> .....	<b>7</b>
2.1 ALLMÄNT .....	7
2.2 SAMMANDRAG AV LITTERATURSTUDIE AV KL-TRÄ.....	9
<b>3 INTERVJUER</b> .....	<b>11</b>
3.1 SAMMANDRAG AV INTERVJUERNA.....	11
<b>4 OBJEKTSBESKRIVNINGAR</b> .....	<b>13</b>
4.1 OBJEKT I VÄSTSVERIGE .....	13
4.1.1 <i>Objektbeskrivning</i> .....	13
4.1.2 <i>Platsbesök och observationer</i> .....	13
4.1.3 <i>Fuktsäkerhetsarbete</i> .....	17
4.2 OBJEKT I MELLANSVERIGE .....	18
4.2.1 <i>Objektbeskrivning</i> .....	18
4.2.2 <i>Platsbesök och observationer</i> .....	18
4.2.3 <i>Fuktsäkerhetsarbete</i> .....	23
<b>5 INOM- OCH UTOMHUSKLIMAT SAMT MÖGELSIMULERING</b> .....	<b>25</b>
5.1 METODOLOGI .....	25
5.1.1 <i>Uteklimat i Västsverige och mögelsimulering</i> .....	26
5.1.2 <i>Inneklimat och mögelsimulering</i> .....	27
5.1.3 <i>Uteklimat och mögelsimulering i Mellansverige</i> .....	30
5.1.4 <i>Inneklimat</i> .....	31
<b>6 FÄLTMÄTNINGAR</b> .....	<b>32</b>
6.1 METODOLOGI .....	32
6.1.1 <i>Fuktkvot och uttaget prov</i> .....	32
6.1.2 <i>Mikrobiologisk analys</i> .....	33
6.1.3 <i>Allmänt om mikrobiell tillväxt</i> .....	33
6.2 RESULTAT FUKTKVOT .....	34
6.2.1 <i>Objektet i Västsverige</i> .....	34
6.2.2 <i>Objekten i Mellansverige</i> .....	35
6.3 RESULTAT MIKROBIOLOGISK ANALYS .....	37
6.3.1 <i>Objektet i Västsverige</i> .....	37

6.3.2	<i>Objekten i Mellansverige</i> .....	38
<b>7</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE</b> .....	<b>45</b>
<b>BILAGA 1</b>	.....	<b>48</b>
	LITTERATURSTUDIE .....	48
<b>BILAGA 2</b>	.....	<b>56</b>
	SAMTLIGA FRÅGOR OCH INTERVJUSVAR .....	56
<b>BILAGA 3</b>	.....	<b>63</b>
	MÄT- OCH ANALYSRESULTAT SAMT MÄTPLACERING FÖR VÄSTSVERIGE .....	63
	<i>Uppmätt fuktkvot och mikrobiologisk analys</i> .....	63
	<i>Planritning och mätpunkternas placering</i> .....	68
	<i>Mätvärden inomhus</i> .....	76
	MÄT- OCH ANALYSRESULTAT SAMT MÄTPLACERING FÖR MELLANSVERIGE.....	78
	<i>Uppmätt fuktkvot och mikrobiologisk analys</i> .....	78
	<i>Planritning och mätpunkternas placering</i> .....	84
	<i>Mätvärden inomhus</i> .....	101
<b>BILAGA 4</b>	.....	<b>107</b>
	SAMMANSTÄLLNING AV FUKTRONDER FÖR OBJEKTET I VÄSTSVERIGE .....	107

# 1 INTRODUKTION

## 1.1 Bakgrund

Träets fördelar som byggnadsmaterial är många. Hög bärförmåga med låg egentyngd, flexibla lösningar med hög prefabriceringsgrad och snabb byggprocess, förhållandevis god isoleringsförmåga i förhållande till många andra stommaterial, ekonomiska aspekter och miljövinster är några förklaringar till en ökad användning av trä i större byggnader. Byggsektorns större fokus på resurseffektivitet innebär en ökning av träbyggande och framförallt byggandet med element i korslaminerat trä, korslimmat, (KL-trä) ökar kraftigt. En hel del av dessa element köps in från andra länder i Europa där användandet av väderskydd är obefintligt. En för Sverige ny företeelse i storskaligt träbyggande är att träbyggnadsaktörer delvis anammar de europeiska byggmetoderna och bygger utan väderskydd i form av tält och istället försöker minimera vattenbelastningen och siktar på att huset hinner torka upp innan fuktrelaterade problem uppkommer. Resurseffektivitet kan också ses ur ett planerings- och tidsperspektiv och det finns ett behov av väl anpassade väderskyddslösningar som gör planering av byggprojekt säkrare och där oväntade väderhändelser inte behöver leda till förlängda uttorkningstider eller omfattande utbyte av skadat material.

De svenska byggreglerna ställer tydligt krav på fuktsäkerhet och allmänt råd är att byggnader, byggprodukter och byggmaterial bör under byggtiden skyddas mot fukt och mot smuts. Kontroll av att material inte har fuktskadats under byggtiden bör ske genom besiktningar, mätningar eller analyser som dokumenteras (BBR, 2017). Utifrån byggreglerna torde byggnation utan väderskydd vara direkt olämpligt.

Fukteffekter på trä har studerats tidigare (Esping et al., 2005, Olsson, 2014) och lämpliga väderskydd har utvecklats under många år (bland annat i ett antal projekt med stöd från SBUF med ID-nummer: 4062, 10103 och 12029) men det behövs mera kunskap i relation till KL-trä som är ett nytt material (produkt) och nya byggmetoder. Det finns en uppfattning idag i branschen, även internationellt, om att KL-träskivors kompakta trämassa gör det möjligt att bygga fuktsäkert även vid exponering av nederbörd. Dock saknas det verifierad dokumentation om detta. Däremot, både i KL-trähandböcker och i publicerade rekommendationer både nationellt och internationellt förordas skydd mot uppfuktning (Gustafsson, 2017, Olsson & Mjörnell, 2017, Finch et al., 2011b, Glass et al., 2013).

## 1.2 Syfte och nytta

Syftet är att öka kunskapen dels om hur KL-träkonstruktioner (inklusive skarvar, anslutningar och infästningspunkter) påverkas vid nederbörd under byggtiden dels hur god fuktsäkerhet nås. Detta för att industrin ska kunna avgöra behovet av väderskydd.

Projektet ska ge underlag till rekommendationer för hur fuktsäkerhet under byggtiden bör hanteras i KL-träbyggande. Potentiella utvecklingsbehov för väderskydd och rutiner kopplade till aktuella produktionsmetoder identifieras. Projektet ska komplettera SBUF-projektet 13499 Väderskydd – ”en lathund för entreprenören”.

Nytan med projektet består i ökade kunskaper som hjälper entreprenör att fatta underbyggda beslut om lämpliga metoder och arbetsprocesser för att bygga tillräckligt fuktsäkert.

## 1.3 Metod, omfattning och avgränsning

Projektet omfattar att följa nybyggnation av fyra byggnader belägna på två olika platser i landet. Objekten följs upp med fuktmetningar och provtagningar för mikrobiologiska analys av massivträstommen under byggtiden i den utsträckning som är praktiskt möjligt inom ramen för projektet. Omgivande klimat både utomhus och inomhus följs upp samt att klimatet utvärderas med mögelsimulering. Vidare omfattar projektet en intervjuundersökning av sju stycken personer (platschefer, projektörer och konsulter) med erfarenheter av byggande med KL-trä utan väderskydd. Dessutom genomförs en litteraturstudie. Detta ska förhoppningsvis kunna ge en bild av kunskapsläget och hur fuktsäkerhet hanteras vid byggnation utan väderskydd.

För byggnationerna dokumenteras fuktsäkerhetsplanen innan byggstart och bygget följs sedan upp stickprovsmässigt för att utvärdera hur planen faktiskt uppfylls. I fallstudierna undersöks i vilken mån element i massivträ utsätts för fukt och på vilket sätt, uppkomst av mikrobiologiska angrepp samt åtgärder som sätts in om konstruktioner och material utsätts för hög fuktpåverkan under byggtiden. Undersökningen tar stöd av byggprojektens fuktronder, registrering av väder, momentana fuktkvotmätningar, loggning av fuktighet, temperatur och fuktkvot i praktiskt möjliga punkter och materialprovtagning för mikrobiologisk analys.

Projektet fokuserar på fukt och mikrobiell växt i KL-träkonstruktioner. Det genomlyser inte aspekter av att bygga utan väderskydd som: fuktrelaterade rörelser, arbetsmiljöaspekter, tidsåtgång och kostnader. En förhoppning är dock att projektet kommer att ge viss inblick även i dessa frågor och fungera som en förstudie för dessa frågor och ge kompletterande information till SBUF 13499. Projektet avgränsas till byggande med KL-trä där man bygger utan heltäckande väderskydd i form av tält. Projektet avser massivträbyggssystem med konfektionerade KL-träskivor (element) som monteras med mekaniska infästningar på plats och som kompletteras invändigt och utvändigt på byggplatsen. Studien omfattar inte byggssystem med hög prefabriceringsgrad där KL-träelement sätts ihop med isolering, installationer, snickerier och eventuella färdiga ytskikt direkt i fabrik.

## 2 LITTERATURSTUDIE

Syftet med litteraturstudien är att ta del av kunskapsläget och de erfarenheter som finns publicerade både nationellt och internationellt.

Den primära frågan i forskningsprojektet är att svara på frågan om KL-trä klarar att utsättas för nederbörd utan att mögelpåväxt uppkommer. Eftersom mögelpåväxt i regel är små och osynlig för blotta ögat krävs analys med mikroskop i minst 40 gångers förstoring för att kunna bestämma eventuell påväxt (Hallenberg & Gilert, 1988). I litteraturstudien har fokus varit att ta del av KL-trästudier med inriktning fukt och mikrobiell påväxt. De svenska byggreglerna gör ingen skillnad på synlig eller osynlig mikrobiell växt varför båda är en påväxt.

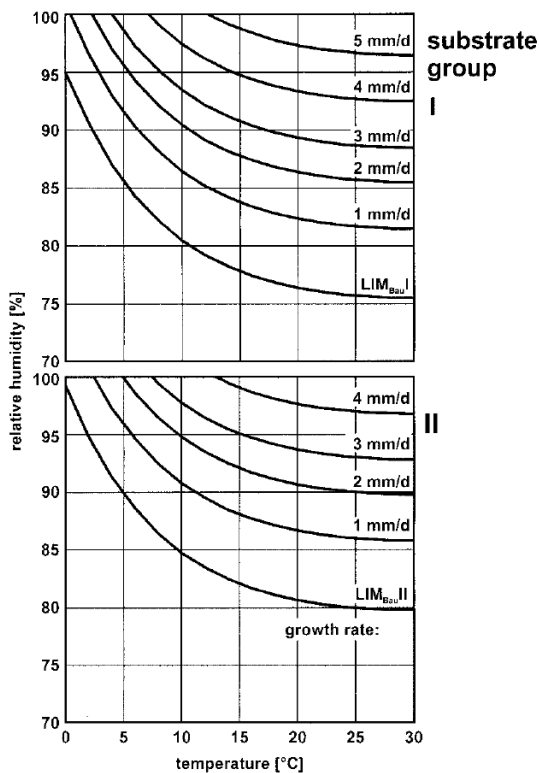
### 2.1 Allmänt

De svenska byggreglerna (BBR, 2017) är tydliga avseende krav på fuktsäkerhet. Det ska visas att material/produkter som används ska klara de fukttillstånd som uppkommer. Om det kritiska fukttillståndet inte är väl undersökt och dokumenterat ska en relativ fuktighet (RF) på 75 % användas som kritiskt fukttillstånd vilket är avsevärt lägre än den fuktighet som uppkommer vid regnbelastning. Byggreglerna anvisar att byggnader, byggprodukter och byggmaterial bör under byggtiden skyddas mot fukt och mot smuts. Kontroll av att material inte har fuktskadats under byggtiden bör ske genom besiktningar, mätningar eller analyser som dokumenteras. Vidare är det krav på att de material och produkter som används ska ha kända egenskaper. Kraven bör verifieras med fuktsäkerhetsprojektering (BBR, 2017) vilket innebär ”systematiska åtgärder i projekteringsskedet som syftar till att säkerställa att en byggnad inte får skador som direkt eller indirekt orsakas av fukt. I detta skede anges även de förutsättningar som gäller i produktions- och förvaltningsskedet för att säkerställa byggnadens fuktsäkerhet” (ByggaF, 2013).

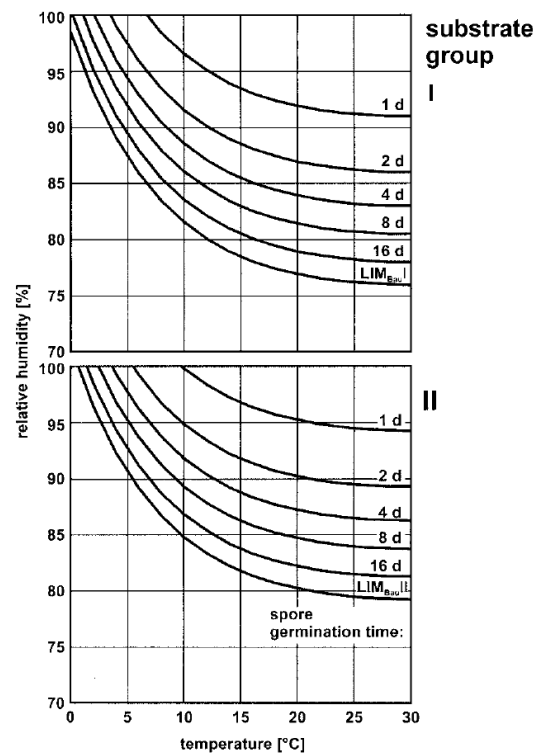
I allmänna materialanvisningar, AMA hus 18 finns det krav på att ”Trävaror och träprodukter ska skyddas mot fukt, före och efter montering, för att motverka mikrobiell påväxt och andra olägenheter” (Svensk-Byggtjänst, 2018). Trävirke ska vid leverans ha en målfuktkvot av högst 16 procent och vid inbyggnad ska ytfuktkvot på trävirke vara högst 18 procent. Trä och träbaserade komponenter ska vid inbyggnad ha en fuktkvot som så nära som möjligt överensstämmer med jämviktsfuktkvoten i den färdiga konstruktionens klimat, för undvikande av stora fuktrörelser och andra olägenheter.

”Trä är ett material som lätt möglar och angreppen kan komma snabbt om förutsättningarna är goda.” (Johansson et al., 2005). Exempelvis har Sedlbauer kategoriserat byggmaterial i fyra klasser för mikrobiell växt (Sedlbauer, 2001). När det gäller biologiskt nedbrytbara material så är de placerade i grupp 1 såsom träbaserade material. I figurerna 1a och 1b visas den tid det tar i dygn för sporgroning respektive myceltillväxt i mm per dygn för mögelsvampar vid olika temperaturer och relativa fuktigheter. Bland annat visas att sporgroning sker redan vid ett dygn med 100 % RF och en temperatur även under 10 °C grader samt att myceltillväxt på 3 mm uppkommer under ett dygn med 100 % RF vid en temperatur även under 5 °C.



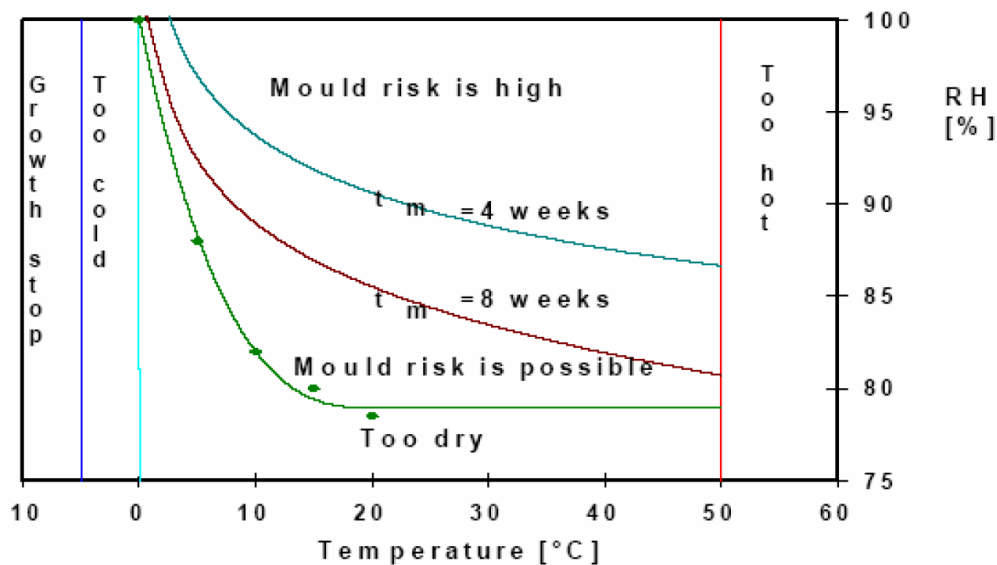


Figur 1a Generaliserat isopletsystem för mycelltillväxt. Hämtat från (Sedlbauer, 2001)



Figur 1b. Generaliserat isopletsystem för sporgroning. Hämtat från (Sedlbauer, 2001)

Viitanen visar att mögelrisken för träbaserade material är hög när relativa fuktigheten är över ca 95 % RF, även vid låga temperaturer under förutsättning att det är varmgrader (Viitanen, 2004), se figur 2. Dessutom visas att mögeltillväxt knappast uppkommer under ca 75 % RF oberoende av temperatur (Johansson et al., 2005, Sedlbauer, 2001, Viitanen, 2004).



Figur 2. En översikt över kritisk temperatur, relativ fuktighet och varaktighet för mikrobiell tillväxt för träbaserade material. Hämtat från (Viitanen, 2004)

## 2.2 Sammandrag av litteraturstudie av KL-trä

En sammanställning av litteraturstudien med 36 studier med inriktning fukt och KL-trä visas i bilaga 1 samt att ett sammandrag återges i detta kapitel.

Det finns knappt några specifika uppgifter om KL-träs fuktegenskaper i kombination med mögelresistens vid exponering för regn och vatten (CEN, 2015, Espinoza et al., 2016, Matzinger & Teibinger, 2013, Glass et al., 2013). Dokumentation om mögelrisk vid KL-träbyggnation utan väderskydd verkar saknas (Finch, 2016). Det verkar inte finnas någon som dokumenterat visat att KL-träbyggande kan ske utan väderskydd och samtidigt undvika uppkomst av mikrobiell påväxt.

I litteraturstudien framkommer det att det är sällsynt med mikrobiologisk analys av mögelpåväxt. Det är bara i en enda KL-trästudie (Nore et al., 2014), laboratoriestudie, som mikrobiologisk analys gjorts och den visade på påväxt (sparsam påväxt) på KL-trä. Dock framgår det inte om provtagning skett i de mest kritiska punkterna där uttorkningen tar längst tid. Däremot pekar flera studier på teoretisk risk för mögelpåväxt utifrån mögelsimuleringar (McClung et al., 2014, Lepage, 2012, Lepage et al., 2017, Öberg & Wiege, 2018). De teoretiska studierna ser dock inte ut att omfatta de kritiska punkterna, alltså där vanligtvis uttorkning tar längst tid.

Däremot är det flera studier som studerat uppfuktning hos KL-trä både i fält- och laboratorieförsök (Schmidt et al., 2017, McClung et al., 2014, Lepage et al., 2017, Liisma et al., 2019, Srisantharajah & Ullah, 2015, Kordziel et al., 2018, Mustapha et al., 2017, Wang, 2016, Dimstrand & Jansson, 2018, Öberg & Wiege, 2018, Gamboa, 2017). Flera studier pekar på att KL-träskivor inte blir fuktiga på djupet så länge vattenbelastningen sker vinkelrätt fibrerna, det vill säga mitt på skivor långt från ändträ (Öberg & Wiege, 2018, Schmidt et al., 2017, Gamboa, 2017). Det är framförallt de översta två skikten som blir påverkat av nederbörd men särskilt det översta skiktet. Dock finns det undantag där vatten trängt in djupare förmodligen på grund av sprickor och otätheter i det horisontella limskiktet (Schmidt et al., 2017).

KL-trähandböcker från Sverige, USA och Canada informerar bland annat om att KL-trä är fuktkänsligt och ska skyddas mot nederbörd (Gustafsson, 2017, Glass et al., 2013, Finch et al., 2011a, Crespell & Gagnon, 2010). Någon information om hur mycket nederbörd det klarar framgår inte. En guideline från Europa om byggnadsfysik och KL-trä saknar i princip information om huruvida KL-trä behöver skyddas under byggnation (Matzinger & Teibinger, 2013). Däremot rekommenderas att trästommen skyddas från grundkonstruktion av betong antingen med en platå/upphöjning av fukttåligt material eller impregnerat trä (Scotta et al., 2018, Matzinger & Teibinger, 2013, Olsson & Mjörnell, 2012). Att använda impregnerat trä kan vara en tveksam rekommendation eftersom impregnering vanligtvis inte förhindrar mögelangrepp (Esping et al., 2005). Däremot rekommenderar den svenska KL-trähandboken (Gustafsson, 2017) väderskydd och utsätts KL-trä för fukt och vatten så behöver materialet kontrolleras med avseende på mikrobiell påväxt och även i kritiska punkter.

Flera studier pekar på att det uppkommer springor mellan bräder på grund av fuktrörelser orsakat av fritt vatten och på grund av förväntade fuktrörelser på grund av klimatvariationer i omgivande luft. Många studier pekar på att mer forskning behövs avseende fukt i KL-trä (Thivierge, 2014, Öberg & Wiege, 2018, Singh et al., 2019, Espinoza et al., 2016).

Flera studier pekar på att det är svårt eller praktiskt omöjligt att förhindra uppfuktning av KL-trä under byggskedet utan heltäckande väderskydd (Finch, 2016). Provisoriska ytskikt, ytbehandling med fuktavstötande vätskor eller fuktspärar uppvisar ofta brister och ger inte ett fullständigt skydd (Wang et al., 2018) Lepage et al. 2017)

Ingen studie har studerat mikrobiologisk påväxt (mikrobiologisk analys) i de mest kritiska punkterna för KL-trä. Kunskapen om att mikroorganismer vanligtvis är osynliga för blotta ögat verkar vara okänt för de flesta eller att den osynliga påväxten inte beaktas vid praktiska studier. De flesta fält- och labbstudier om KL-trä förefaller vara ofullständiga avseende information om det faktiskt uppkommit mikrobiell påväxt eller inte, det förefaller i så fall vara en vetenskaplig brist.

### 3 INTERVJUER

Syftet med intervjuerna är att tillföra kunskap och erfarenheter om KL-träbyggnation utan väderskydd. Vidare ska intervjuerna ge svar på bland annat vad det medför att inte använda väderskydd vid KL-träbyggnation samt hur kraven i byggreglerna uppfylls om KL-trä utsätts för nederbörd. Urvalet av personer bestod i att intervjua minst 7 personer med erfarenhet av minst en KL-träbyggnation. Vidare skulle minst tre yrkesroller delta. Valet av personer att tillfråga har framförallt kommit från projektets styr- och referensgrupp.

Intervjuer har skett med sju personer med erfarenhet av KL-träbyggande utan väderskydd. Två utav dessa personer är kopplade till objekten i fallstudien. Personerna kommer från olika företag och från olika områden i södra och mellersta Sverige. Samtliga personer har erfarenhet av minst ett byggprojekt utan väderskydd och det finns flera som har erfarenhet av flera byggprojekt. De flesta har lång erfarenhet av byggbranschen. Intervjuerna har skett muntligt genom att författaren har läst upp frågorna och personerna har fått svara. Svaren har skrivits ner av författaren och skickats ut till intervjupersonerna för kontroll av riktigheten. En sammanställning av frågor och intervju svar finns i bilaga 2. Intervjun omfattar 25 frågor samt att det gavs möjlighet att lämna egna reflektioner. Frågorna handlade också om bland annat kostnader för väderskydd, fuktskador, förebyggande åtgärder och lösningar.

Observera att intervju svaren kan vara personers uppfattning och inte fakta.

#### 3.1 Sammandrag av intervjuerna

Ingen känner egentligen till några rekommendationer eller guidelines för KL-träbyggande utan väderskydd (fråga 4 i bilaga 2).

De flesta anser att det är stor skillnad i projektkostnad mellan med och utan väderskydd (fråga 5 i bilaga 2). Flera menar att det är ovanligt att kalkylera med saneringskostnader etc. En person menar att åtgärder på grund av förebyggande åtgärder och saneringskostnad uppkommer till minst 20% av väderskyddskostnaden, en annan säger att det är lika dyrt om man tar med saneringskostnader och totala åtgärds kostnader.

I samtliga byggprojekt där de intervjuade personerna har varit involverad så har det gjorts fuktsäkerhetsprojektering enligt uppgift och de flesta har anlitat diplomerad fuktsakkunnig för det (fråga 7 i bilaga 2).

Vanliga problem/skador vid nederbörd är framförallt rinnmärken etc. som är ett estetiskt problem, men också lite synlig påväxt (fråga 12 i bilaga 2). Osynlig påväxt har varit ett problem i de fall mikrobiologiska analyser gjorts.

Det har varit vanligt att försöka förebygga problem och skador på grund av nederbörd genom att använda lösningar som tejning för att skydda skarvar och ändträ mot vatteninträning (fråga 14 i bilaga 2).

Det är få som känner till begreppet kritiskt fuktillstånd i BBR samt krav på 75 % RF om egenskapen inte är dokumenterad (fråga 15 i bilaga 2). Däremot hänvisar flera till AMA hus och andra rekommendationer om att fuktkvoten inte ska vara högre än 15 % till 18 % FK vid inbyggnad (alla personer uppger ett värde inom detta intervall).

Alla intervjupersoner anser att mögelpåväxt kan vara ett problem och som behöver tas bort (fråga 16 i bilaga 2). De flesta anger slipning som en fungerande saneringsmetod. Hälften säger att sanering krävs enbart om det är synlig påväxt trots att de vet att det finns osynlig påväxt (fråga 22 i bilaga 2).

De flesta tillämpar slipning som saneringsmetod (fråga 23 i bilaga 2).

Leverantörer av KL-trä borde tänka mer på att utveckla fuktsäkra lösningar (övrigt svar i bilaga 2).

## 4 OBJEKTSBESKRIVNINGAR

### 4.1 Objekt i Västsverige

#### 4.1.1 Objektbeskrivning

I Västsverige uppfördes en kontorsbyggnad i sju våningsplan samt källare. Stommen ovanför betongbjälklaget över källarplan består av träpelare (limträpelare) och träbjälklag av KL-trä (7 skikt, tjocklek av 230 mm) och det översta skiktet hade en tjocklek av 40 mm, se bild 3. Stommen är delvis förstärkt med stålpelare och stålbalkar, se bild 2. Våning 5 och 6 och 7 utgörs också av terrassbjälklag bland annat bestående av KL-trä. I anslutning till terrassbjälklag består ytterväggarna av KL-trä upp till fönsterbröstning, se bild 7. Ytterväggarna utgörs av s.k. curtain-wall. Stomresningen började i januari 2018 och det första bjälklaget i etapp A var monterat i mitten av februari 2018, se tabell 1 och bild 1. Stomresningen delades upp i tre etapper där halva husets stomme, etapp A, restes till bjälklag 5. Därefter restes den andra halvan, etapp B, av byggnaden till våning 5. Montagetiden pågick i ungefär två veckor per våningsplan. Den tredje etappen, etapp C tog vid från den femte våningen och taket blev tätt i slutet av juli.

Tabell 1. Ungefärliga tidpunkter då respektive bjälklag började monteras samt när taket blev tätt.

Plan	Etapp A	Etapp B	Etapp C
2	2018-02-05	2018-04-02	
3	2018-02-19	2018-04-09	
4	2018-03-05	2018-04-16	
5	2018-03-19	2018-05-21	
6			2018-06-04
7			2018-06-25
Tätt tak			2018-07-30

#### 4.1.2 Platsbesök och observationer

Projektet har fuktsäkerhetsprojekterats och det togs fram ett fuktkravdokument. Arbetet har följts och stämts av löpande av entreprenörens fuktsäkerhetsansvarige och byggherrens fuktsakkunnige. Metoder för att försöka begränsa vattenbelastningen har använts. Flera olika metoder testades som tejpnig, täckning av skarvar med plywoodskivor och tejp, täckning av bjälklagskanter med papp eller plastfolie, tillfälligt väderskydd av delar av byggnaden, temporär försegling med takpapp av terrasser, invändiga brunnar, försök med att skapa luftövertryck i skarvar, träpelare som separerats från bjälklag genom att de placerats på upplag av stål, borttagning av vatten med våtdammsugare, se bild 2 och bild 5-8. I samband med att byggnaden tätades till så startades riktad torkning med avfuktare.



Bild 1. Pågående montage av plan 3, 2018-02-22



Bild 2. Träpelare på plan 1, 2018-02-22



Bild 3. Mottagningskontroll av KL-skivor/bjälklagselement, 2018-02-22



Bild 4. Infästning för lyftögla, 2018-02-22

Många av bilderna på bjälklag är relativt representativa för flera bjälklag och våningsplan, se bild 8, 9, 12-14. Eftersom det visat sig vara svårt att täta varje bjälklagsplan från vattengenomträngning i skarvar och genomföringar, som visat sig vara svåra att täta, så har det runnit ner till underliggande våningsplan samt att vattnet har ofta fortsatt ännu längre ner. Detta vatten har ofta kunnat iakttas som små eller stora vattenspölar på underliggande våningsplan, se bild 8, 12-13.

Montagetiden för respektive bjälklag/ våningsplan har varierat från en vecka till flera veckor, se tabell 1, vilket innebar att exponeringen för vatten var direkt kopplat till redovisade regndagar. Dessutom tog borttagning av vatten med våtdammsugare ytterligare tid från en till flera dagar.



Bild 5. Tejning av skarvar och anslutning mot stålbalk, 2018-02-22.



Bild 6. Täckning av skarv med plywood och tejp 2018-02-22.



Bild 7. Delvis täckning av terrass med papp samt delvis ett tält över plan 5, 2018-04-16



Bild 8. Tejpade skarvar, anslutningar och infästningshål. Stående vatten påträffades på bjälklaget, 2018-04-16.

Det vädertält som sattes upp på våningsplan 5, etapp A, i objektet i Västsverige täckte inte hela den delen av byggnaden vilket innebar att vatten rann in på det bjälklag som skulle ha skyddats med vädertält, se bild 7. Dessutom letade sig en del vatten ner till flera underliggande våningsplan vilket orsakade ytterligare vattenbelastning av de bjälklagen.

Unken lukt, mögellukt har framförallt påträffats i hål för lyftöglor och orsaken är att vatten har fått stå ofta och länge (ibland veckor), se bild 14.

Det finns flera exempel på att tejning av skivskarvar kan hålla tätt om tejpens haft bra vidhäftning vid applicering (rent och torrt) och är utan skarvar eller ojämnheter. Däremot är det svårt att få det tätt vid övergångar mellan olika bräder, där elementskarvar och bräder möts vinkelrätt mot varandra, anslutning bjälklag och vägg, och kvistar med sprickor i ytan etc. Eftersom allt detta ofta inte går att säkerställa så kan vatteninträning uppkomma okontrollerat på olika ställen. Det vatten som letar sig in under



anslutande delar såsom väggar, se bild 7 och infästningar mellan stål och trä, se bild 2 med mera är i princip inte åtkomliga för sanering. Ytterligare observationer framgår av bilder och bildtexter.



Bild 9. Vattenmarkeringar från missfärgat vatten på bjälklaget i etapp A. Pågående uppfuktning vid en vattenpöl. Hålen har frilagts från skyddstejp på grund av kondens enligt uppgift. Ytterväggarna har täckts in med plastfolieväv, 2018-04-16.



Bild 10. Pågående montage av KL-trästomme i etapp 2. Till höger syns etapp 1 med delvis väderskydd.



Bild 11. Hål har uppkommit i takpapp på terrassbjälklaget, 2018-04-16.



Bild 12. Vatten på bjälklaget, våning 3, 2018-04-16.



Bild 13. Många vattenpölar på bjälklaget, etapp 1, 2018-06-18.



Bild 14. Stående vatten i infästningshål.

### 4.1.3 Fuktsäkerhetsarbete

I samband med projekteringen så visade det sig vara tekniskt svårt och kostsamt att använda ett heltäckande väderskydd på grund av markens beskaffenhet, stora spännvidder och trångt runt byggytan. Projektledningen tog beslutet att istället finna en alternativ metod för fuktsäkerhet. Baserat på tidigare erfarenheter att bygga med trä utan väderskydd samt förslag på lösningar från en fuktkonsult ingav det en förhoppning om att hitta ett godtagbart alternativ till heltäckande väderskydd.

Samtidigt fanns byggherrens krav på högsta fuktkvot (FK) vid inbyggnad på 16 % FK samt en leveransfuktkvot på 12 % FK (målfuktkvot). Dessutom ställdes kravet ingen mögelpåväxt av onormal mängd. I fall det ändå skulle uppkomma påväxt så fanns slipning med som en planerad åtgärd samt efterkontroll med mikrobiologisk analys samt snabbkontroll med Lumitest. Lumitest är en snabbmetod för att mäta biomassa som i sin tur finns i mikroorganismer. Metoden är ett sätt att möjligen indikera mikroorganismer.

Innan stommen restes så genomfördes tester på 6 provföremål av KL-träskivor med måtten 1 x 1 meter. Fuktkvoten mättes på olika djup i centrumlinjen av provbitarna samt nära kanterna. Någon onormal uppfuktning uppkom inte i mätplaceringen i vart fall inte efter 3 veckor som var den längsta planerade montagetiden för respektive bjälklag för byggnaden. Dock saknas det uppgifter från testerna om fuktkvot på ytor, i springor mellan bräder och provtagning och mikrobiologisk analys.

Utfallet blev att leverantören av KL-trä inte hade några svårigheter att uppfylla kravet på 12 % målfuktkvot vid leverans i detta projekt, se också mätpunkt 1 i bilaga 3. Däremot, under byggnationen, skadades tejper på grund av slitage på golvet, påkörning samt svetsloppar som smälte hål i tejp. Vidare hann man inte montera bjälklagen på 2 veckor utan det tog längre tid ibland. Det visade sig vara svårt att kontinuerligt hålla undan vattnet med våtdammsugare samt att det tog längre tid än förväntat att suga upp stora mängder vatten, se fuktrond i bilaga 4. Den första etappen till plan 5 blev klar i april. Eftersom våren började med högre temperaturer togs beslutet att skydda etapp A med vädertält under tiden etapp B skulle byggas. Dock täcktes inte terrassen in varför en del vatten rann in på det anslutande bjälklaget. Överlag mättes det fuktkvoter på över 16 % FK på bjälklagets ovensida där vatten hade stått, även i springor mellan bräder, i försänkningar, hål för lyftöglor och i elementskarvar där det hade stått vatten. Provbitar togs för bestämning av eventuell mikrobiell påväxt och parallellt användes Lumitester av entreprenörens fuktsäkerhetsansvarige. Dessa snabbtester ger resultat på 10 sekunder. Hälften av de analyserade proverna visade sig ha påväxt. Åtgärden blev omfattande slipning som visade sig vara en fungerande saneringsmetod på åtkomliga ytor. Dessutom användes kolsyreblästring i hål, cirkelsåg i springor, vinkelslip i försänkningar samt att ytorna dammsögs väl enligt uppgift. Vidare gjordes försök att använda mögel- och bakteriedödande medel samt hetvattentvätt. Ingen av dessa metoder fungerade tillfredsställande. Hetvatten tog bort bakterier men inte svampar från ytan och medlet dödade sporer men hindrade inte lukt.

Det visade sig vara svårt att förutse alla fuktrisker. Det var tidskrävande att sanera springor. Arbetet med att avlägsna vatten var mer resurskrävande än planerat. Det var svårt att få tejpens att fästa om ytorna var fuktiga. Erfarenheten med att bygga utan väderskydd blir att det inte går att utesluta fuktskador. Av arbetsmiljöskäl finns det nog anledning att anlita specialister på sanering. Eftersom det blev väldigt mycket att sanera trots mycket arbete med att begränsa vattenbelastningen så kom det upp funderingar om att i framtiden utvärdera total slipning som metod och som enda metod.

Detta kapitel är baserat på uppgifter från byggherrens fuktsakkunnige.

## 4.2 Objekt i Mellansverige

### 4.2.1 Objektbeskrivning

På en byggsplats i Mellansverige uppfördes tre stycken flerbostadshus i åtta plan varav sju våningar i KL-trä, se bild 16. Det användes KL-trä i bjälklag (5 skikt med tjocklek av 200 mm) och det översta skiktet hade en tjocklek av 40 mm. Det användes också KL-trä i ytterväggar (5 skikt, 140 mm) och innerväggar (7 skikt, 200 mm), se bild 20. Leveransfuktkvoten för KL-trä var 12 % FK. Den nedersta våningen i byggnaden uppfördes i betong. Trästommen i hus 2 började monteras i december 2018 och taket blev tätt i början av mars 2019, se tabell 2. Hus 3 började monteras i januari 2019 och taket blev tätt i mitten av mars 2019. Hus 1 började monteras i mars 2019 och pågick fram till mitten av maj 2019 då taket blev tätt.

Tabell 2. Ungefärliga tidpunkter då respektive bjälklag började monteras och när taken blev täta samt när värmeförsel startade i byggnaderna.

<b>Plan</b>	<b>Hus 2</b>	<b>Hus 3</b>	<b>Hus 1</b>
<b>2</b>	2018-12-03	2019-01-14	2019-03-04
<b>3</b>	2018-12-10	2019-01-21	2019-03-11
<b>4</b>	2018-12-17	2019-02-04	2019-03-18
<b>5</b>	2019-01-07	2019-02-11	2019-04-01
<b>6</b>	2019-01-14	2019-02-18	2019-04-08
<b>7</b>	2019-01-28	2019-02-25	2019-04-15
<b>Vindsbjälklag</b>			
<b>Tätt tak</b>	2019-03-04	2019-03-18	2019-05-21
<b>Värme i byggnaden</b>	2019-02-18	2019-03-25	2019-05-13

### 4.2.2 Platsbesök och observationer

Enligt uppgift har projektet fuktsäkerhetsprojekterats. Arbetet har följts och stämts av löpande av entreprenörens fuktsäkerhetsansvarige med fuktronder och det har funnits en fuktkonsult som bistått. Metoder för att försöka begränsa vattenbelastningen har använts. Flera olika metoder testades/ användes som tejpning av skarvar, täckning av ursparningar med plywood och tejp, täckning av överdelen av väggar med duk, borttagning av vatten med våtdammsugare, se bild 17 och 23-24. I samband med att byggnaden tätades till, fönster sattes in eller fönsteröppningar täcktes med plast, så startades uppvärmning med varmluftsfläkt som placerades centralt i byggnaden i trapphuset.

Stomresningen började i december 2018, se bild 15. Montaget av varje våning tog ungefär en arbetsvecka, för vissa våningsplan tog flera veckor, vilket innebär att det tog ungefär 2 månader att resa respektive byggnad. Hus 2 monterades först, därefter uppfördes hus 3 och sist monterades hus 1, se bild 16.



Bild 15. Pågående stomresning av hus 2.  
Nederbörd i form av snö, 2018-12-07,



Bild 16. Pågående stomresning av hus 1, 2019-04-09.  
På de andra två husen syns röd ställningsväv.



Bild 17. Stomresning av hus 1. KL-träbjälklaget  
var täckt med vatten. Dukar som skulle skydda  
ovkant av väggar hade släpp i blåsten, 2019-03-14.



Bild 18. Hus 2, utsida ytterväggsstomme, 2019-02-19.



Bild 19. Hus 3, plan 7, provtagning av ovansidan av bjälklag under sylomer, 2019-06-17.



Bild 20. Hus 3, innerväggen var placerad på en sylomer.



Bild 21. I taket syns ursparning för rör- och ledningsdragnings mellan våningsplanen. Nederbörd läckte ned till underliggande bjälklag via dessa öppningar som var svåra att få täta under stomresningen.



Bild 22. Ytterväggen är placerad på klossar på betonggolvet, 2019-05-08.



Bild 23. Skarvarna i bjälklaget tätades med tejp.



Bild 24. Ursparning i bjälklag var täckt/tätades med plywood och tejp.

Många av bilderna på bjälklag är relativt representativa för flera bjälklag och våningsplan, se bild 19, 24, 25, 26, 28, 29. I samband med nederbörd så har det översta bjälklaget, se bild 25, i det skedet utsatts

direkt för nederbörd med nederbördsmängder som visas i figur 8. Eftersom det visat sig vara svårt att täta varje bjälklagsplan från vattengenomträngning i skarvar och genomföringar, som visat sig vara svåra att täta, så har det runnit ner till underliggande våningsplan och det har ofta fortsatt ännu längre ner. Detta vatten har ofta kunnat iakttas som små eller stora vattenpölar på underliggande våningsplan, se bild 24 och 28. Montagetiden för respektive bjälklag/ våningsplan har varierat från en vecka till flera veckor vilket innebar att exponeringen för vatten var direkt kopplat till redovisade regndagar och därtill att borttagning av vatten med våtdammsugare tog ytterligare tid från en till flera dagar.

Det finns flera exempel på att tejpnings av skivskarvar kan hålla tätt om tejpen haft bra vidhäftning vid applicering (rent och torrt) och är utan egna skarvar eller att det inte finns några ojämnheter, övergångar mellan olika bräder, kvistar med sprickor i ytan på de KL-träskivor som ska tejpas. Eftersom allt detta ofta inte går att säkerställa så kan vatteninträning förväntas på olika ställen. Det vatten som letar sig in under anslutande delar såsom väggar, se bild 19, 20, 21, 23, 27, 29 och infästningar, se bild 26 och 29, med mera är i princip inte åtkomliga för sanering.

Ytterligare observationer framgår av bilder och bildtexter.



Bild 25. Hus 3, plan 6. Pågående stomresning och vatten på bjälklag, 2019-02-19.



Bild 26. Hus 3, plan 5. Pågående stomresning på plan 6. Vatten på bjälklag, 2019-02-19.



Bild 27. Hus 2. Det droppade vatten från taket som rann ner längs utsida väggstommen och trängde in på bjälklaget vid en sylomerskarv och eventuellt även in under sylomer. På bilden syns det att bjälklagskanten sticker ut något utanför vägglivet vilket skapar ett dämme som leder in vatten.



Bild 28. Stående vatten på bjälklag. Vattnet har droppat ner genom ursparing i bjälklaget ovanför. Flera gipsbuntar påträffades blöta inuti på grund av att vatten som droppade ner på emballaget trängde in genom otätheter i plasten.



Bild 29. Nederdelen av innervägg. Svart sylomer finns placerad mellan innervägg och bjälklag. Markeringar från missfärgat vatten på bjälklaget.



Bild 30. Hus 2, Horisontell balk på utsida av yttervägg, april 2019. Balken blev utsatt för mycket nederbörd eftersom den var placerad utanför vägglivet och utgjorde en horisontell yta där vatten dämades upp och blev stående.

#### 4.2.3 Fuktsäkerhetsarbete

Anledningen till att bygga utan väderskydd i objekten var dels ekonomiskt, det vill säga att bygga med väderskydd skulle kosta minst 2 miljoner per byggnad efter avdrag för kalkylerade risker, åtgärder och sanering. Vidare tog leverantören ansvar för själva monteringen och tejpning av bjälklagsskarvar och materialet levereras ”just-in-time”. Strategin var att minimera vattenbelastningen under monteringen för respektive våningsplan. Varje våningsplan förseglas vid genomföringar/ursparningar för kanaldragning och trapphus med plywoodskivor som tejpas mot bjälklaget av KL-trä. Sylomer under innerväggar skulle täta över bjälklagsskarvar under innerväggar och vid ytterväggar. Planen var att respektive bjälklag skulle stå öppet som längst i 1,5 vecka och exponeras för vatten vid nederbörd. Ifall det skulle uppkomma någon påväxt så var åtgärden att det skulle saneras genom slipning.

Utfallet blev att leverantören av KL-trä inte hade några svårigheter att uppfylla beställd målfuktkvot på 12 % FK vid leverans i detta projekt. De omfattande mätningar som gjorts i fallstudien pekar också på att fuktkvoten var låg vid leverans eftersom ytor som inte utsattes för vatten hade låga fuktkvotsvärden och i paritet med beställd leveransfuktkvot, se tabell 3.2 i bilaga 3.

Fuktronderna utfördes varannan vecka och dokumenterades. Dock är det svårt att utläsa från fuktronderna hur länge det stått vatten på ytor enligt platschefen.

Det visade sig att det var svårt att få tejpens fästa vid nederbörd under montage och ibland släppte tejpens. Slutsatsen blev att det inte var möjligt att få det helt tätt med tejp. Dessutom var det svårt att säkerställa att de tätningar som gjordes med skiva och plywoodskiva blev täta. Eftersom otätheterna i bjälklaget var placerade på ungefär samma ställe i vertikalled så kunde vatten fortsätta till flera underliggande



bjälklag eftersom även de var otäta vid dessa områden. Det visade sig vara svårt att få bort vattnet snabbt och vid större läckage var det svårt att hinna med att våtdammsuga allt vatten.

Eftersom de flesta bjälklag utsattes för vatten så var fuktkvoten hög på dessa ytor tills det hade torkat. Sanering av ytor har skett genom slipning och det blev mer saneringsarbete än planerat.

Många och stora läckage där vatten kunde leta sig nedåt i byggnaden hade nog kunnat undvikas om bjälklagen hade levererats utan genomföringar, ursparningar etc. eftersom de är svåra att täta.

Detta kapitel är baserat på uppgifter från platschefen.

## 5 INOM- OCH UTOMHUSKLIMAT SAMT MÖGELSIMULERING

### 5.1 Metodologi

I detta avsnitt visas data på omgivande utomhusklimat i närheten av objekten i Västsverige och Mellansverige, av relativ fuktighet, temperatur och nederbördsmängder baserat på data från (SMHI, 2019). Vidare redovisas uppmätt inomhusklimat för objekten. Dessutom har risken för mögelpåväxt på trä simulerats utifrån omgivande temperatur och luftfuktighet.

Inomhusklimatet har följts upp med kontinuerliga mätningar i några representativa våningsplan när byggnaderna hade täckts in eller blivit täta. I byggnaderna i Mellansverige har det också skett kontinuerliga mätningar av fuktkvot (0-10 mm mätdjup) i innerväggar, relativ fuktighet i omgivande luft och lufttemperatur med trådlösa sensorer (Protimeter Hygrotrac) på flera våningsplan. Dessa sensorer var placerade på ungefär 2 meters höjd över golvet och på innerväggar.

I byggnaden i Västsverige har mätningar skett kontinuerligt i omgivande luft (upphängda på 1,5 m höjd över golv mitt i varje plan och på flera våningsplan. Mätningarna har utförts av entreprenörens fuktsäkerhetsansvarige.

Utvärdering av omgivande luft (RF och temperatur) har gjorts med mögelsimuleringar baserad på MRD-modellen (Thelandersson & Isaksson, 2013) med en s.k. kritisk dos på 17 dagar för hyvlad gran enligt modellen. Observera att om MRD-index på 1 eller mer erhålls så ska det tolkas som att etablerad påväxt kan ha uppkommit permanent på trämaterialen vid det tillfället. I modellen kan dock indexet gå ned till 0 igen under torrare eller kallare perioder vilket då inte ska tolkas som att påväxten försvunnit utan att det inte skett någon ytterligare tillväxt.

Mätosäkerheten för kontinuerliga mätningar i Mellansverige uppskattas till  $\pm 1,5$  %-enheter i FK inom mätområdet 8-25 % fuktkvot och relativ fuktighet till  $\pm 4$  %-enheter i RF och temperatur till  $\pm 0,5$  °C.

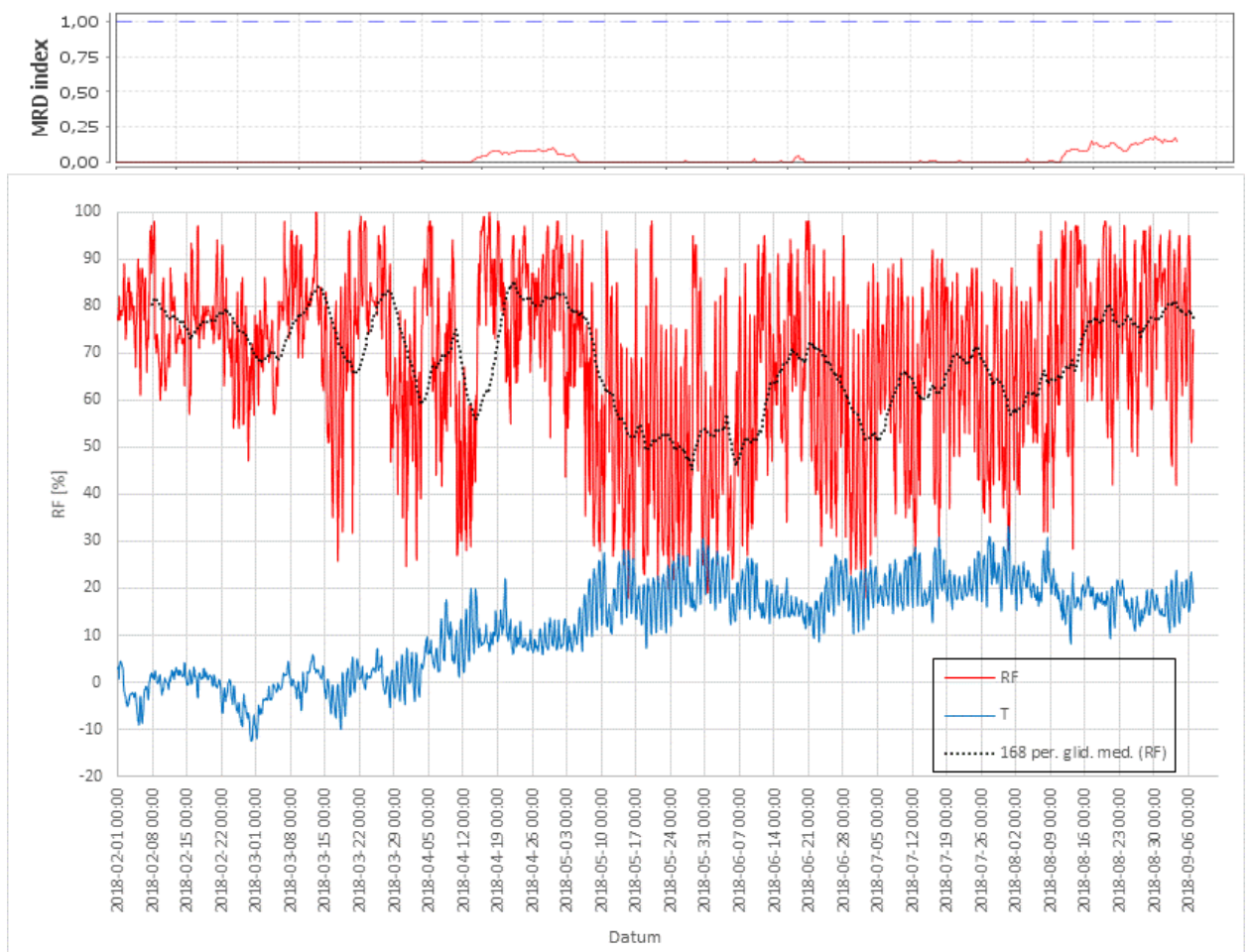
I Västsverige användes loggningssystem av Celsicom och sensorerna TH501A. Sensorerna ska ha varit nya och kalibrerade vid leverans. De har inte kalibrerats i slutet av mätperioden.

### 5.1.1 Uteklimat i Västsverige och mögelsimulering

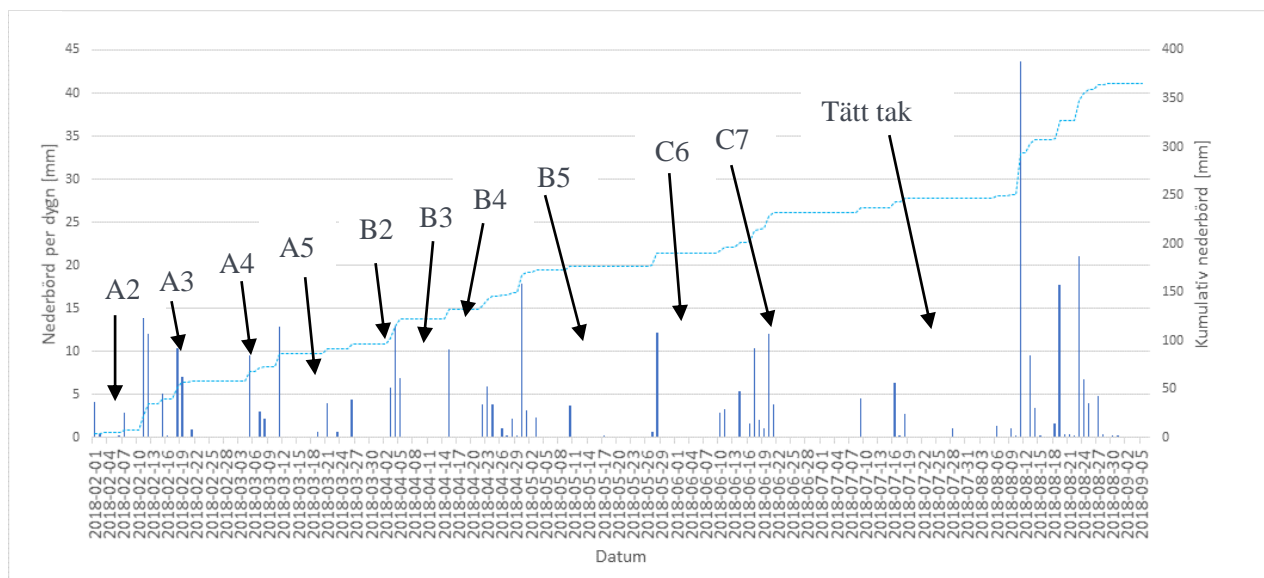
Under februari och mars var det kallgrader under långa perioder, se figur 3. Temperaturen gick upp till varmgrader, 4-5 °C under några dagar emellanåt. Under april månad låg temperaturen i medel på omkring 10 °C med en amplitud på ungefär 3 till 8 °C över dygnet. Från tidig maj till början av september låg temperaturen i regel på över 15 °C även nattetid.

Under februari och mars varierade RF mellan 70 till 85 % i veckomedel och amplitud på 10-15 %-enheter, se figur 3. Under april månad låg RF på över 80 % i veckomedeltal med en amplitud på 15 %-enheter och ibland mer. Under maj och till mitten av juni låg RF-veckomedel på omkring 50 % RF i medel med en amplitud på ofta över 20 %-enheter under dygnet. Medelfuktigheten gick upp i mitten av juni till omkring 70 % RF-veckomedel med fortsatt relativ stor amplitud över dygnet. Under juli och halva augusti låg RF-veckomedel på omkring 50-65 % med liknande amplitud som i juni. Från ungefär mitten av augusti ökade RF-veckomedel till mellan 75-80 % med fortsatt stor amplitud över dygnet.

Utifrån mögelsimuleringen så har inte uteluften (RF och temperatur) gett upphov till någon mögelpåväxt, eftersom resultatet visade på ett mögelindex på 0,2 för trä som simulerats för uteluft under denna tid, se figur 3.



Figur 3. Uteklimat i Västsverige, relativ fuktighet (RF), temperatur (T) och glidande medelvärde per vecka (RF) under stomresning till tätt hus. Mätdata har hämtats från SMHI. Det övre diagrammet visar mögelindex utifrån RF och temperatur. Den blåstreckade linjen visar gränsvärdet 1 då påväxt kan förväntas.

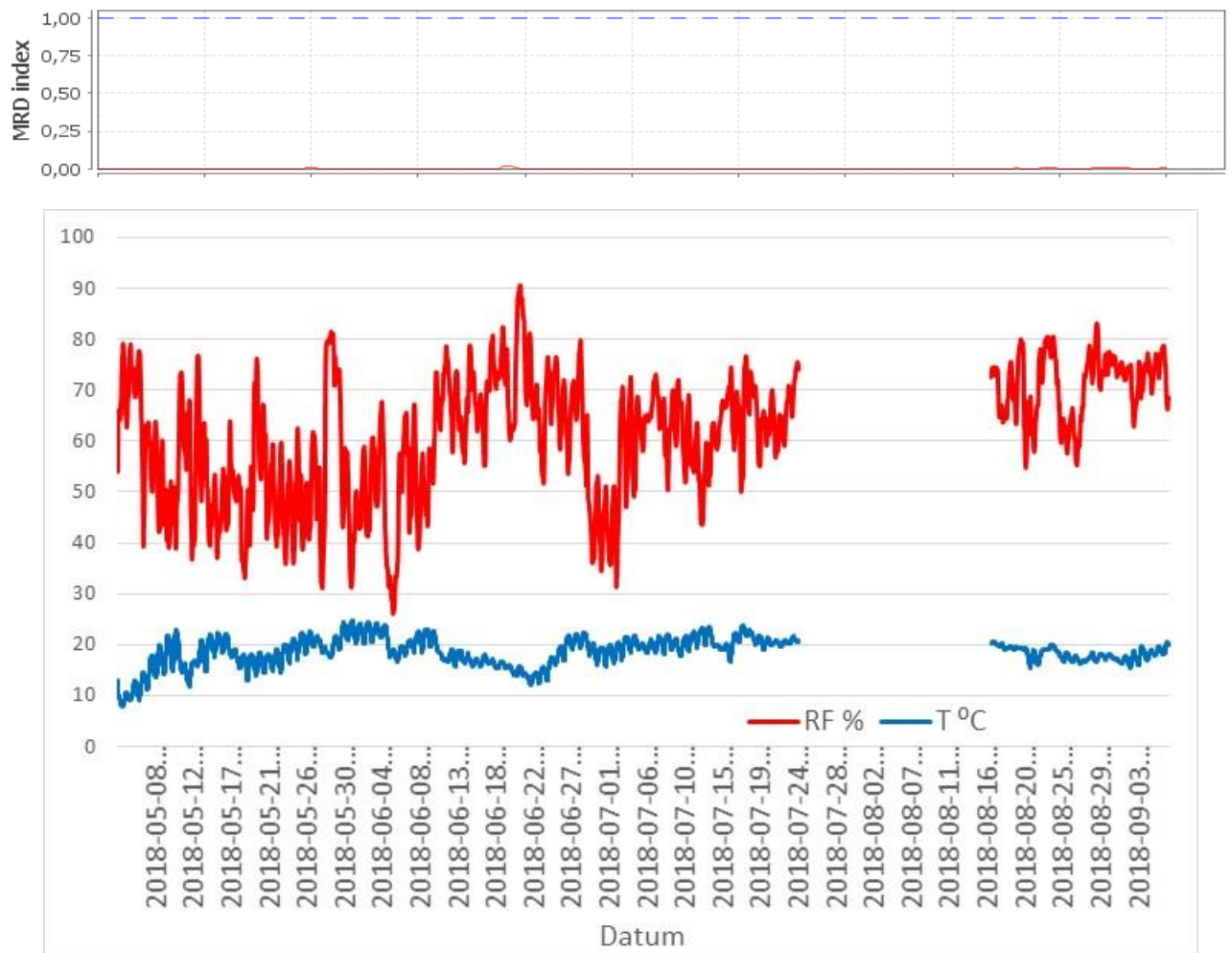


Figur 4. Nederbörd per dygn och kumulativ nederbörd i Västsverige under perioden februari till september 2018. Mätdata har hämtats från SMHI. Pilarna visar vid vilken tidpunkt då respektive etapp (bokstav) och bjälklag (siffra) började monteras och när taket blev tätt.

Under nästan hela maj var det regnuppehåll förutom nederbörd på 4 mm i mitten av maj, se figur 4. I slutet av juni och början av juli samt i slutet av juli och i början av augusti var det också regnuppehåll. Under april regnade det totalt 75 mm, i en period mellan 28 maj till 21 juni regnade det ungefär 60 mm och i augusti regnade det över 100 mm. Trots att det var en ovanligt varm och torr vår och sommar så har det ändå regnat betydande mängder.

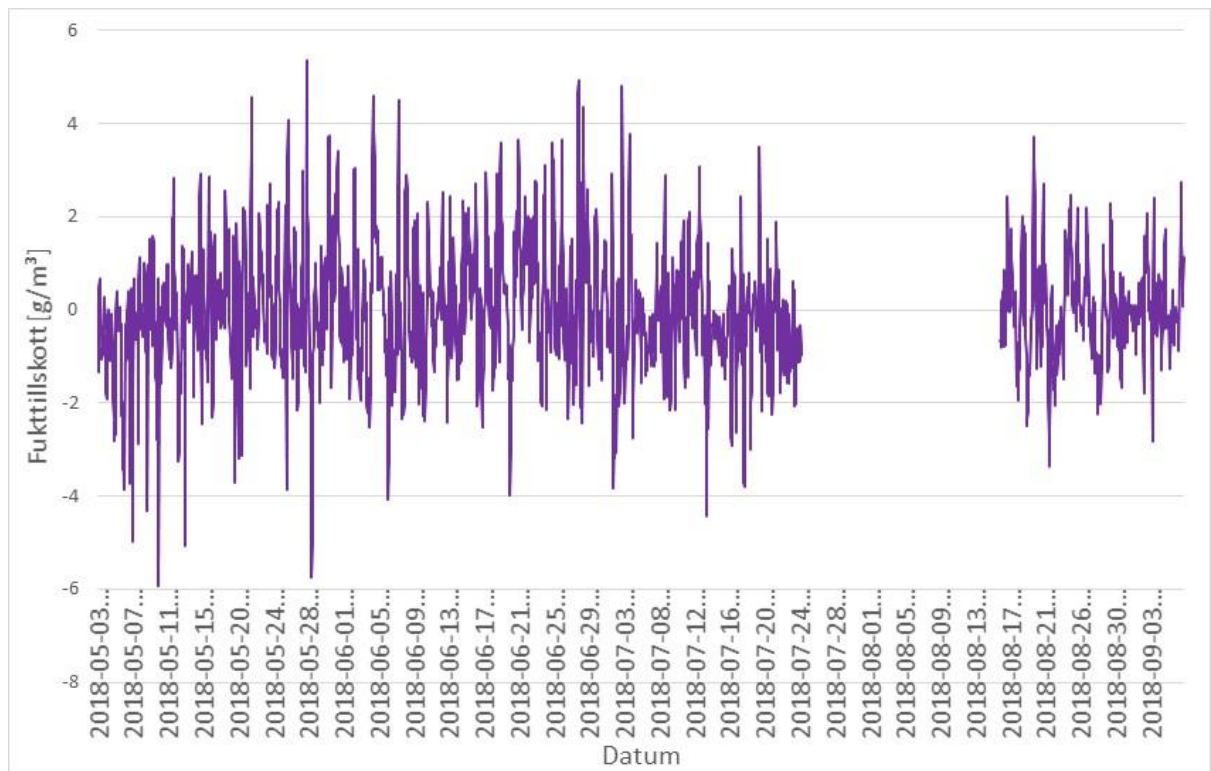
### 5.1.2 Inneklimat och mögelsimulering

Från och med maj månad intäcktes ytterväggarna och riktad avfuktning påbörjades på flera våningsplan. Under juni och i slutet av augusti låg relativa fuktigheten förhållandevis högt, stundvis över 75 % RF under flera veckor, se figur 5. Utifrån mögelsimuleringen så har inte inneluften (RF och temperatur) gett upphov till någon mögelpåväxt då mögelindexet visade omkring noll, se figur 5. Ånghalten på plan 2 har varierat kraftigt gentemot ute och har ofta varit på 1-2 g/m<sup>3</sup> i fuktillskott men det har även stundvis varit ett underskott skapat av avfuktare, se figur 6. Den kraftiga variationen torde bero på att byggnaden eller våningsplanet inte var tillräckligt lufttätt och påverkades av vindförhållanden ute.



Figur 5. RF och temperatur på plan 2 under perioden 2018-05-03 till 2018-09-06 (mätningen fungerade inte i slutet av juli samt under några veckor i augusti). Det övre diagrammet visar mögelindex utifrån RF och temperatur. Den blåstreckade linjen visar gränsvärdet 1 då påväxt kan förväntas.

Temperaturen har generellt sett varit ungefär mellan 15 till 25 °C inomhus under perioden maj till september 2018 för plan 2, 3 och 4, se figur 5 och bilaga 3.



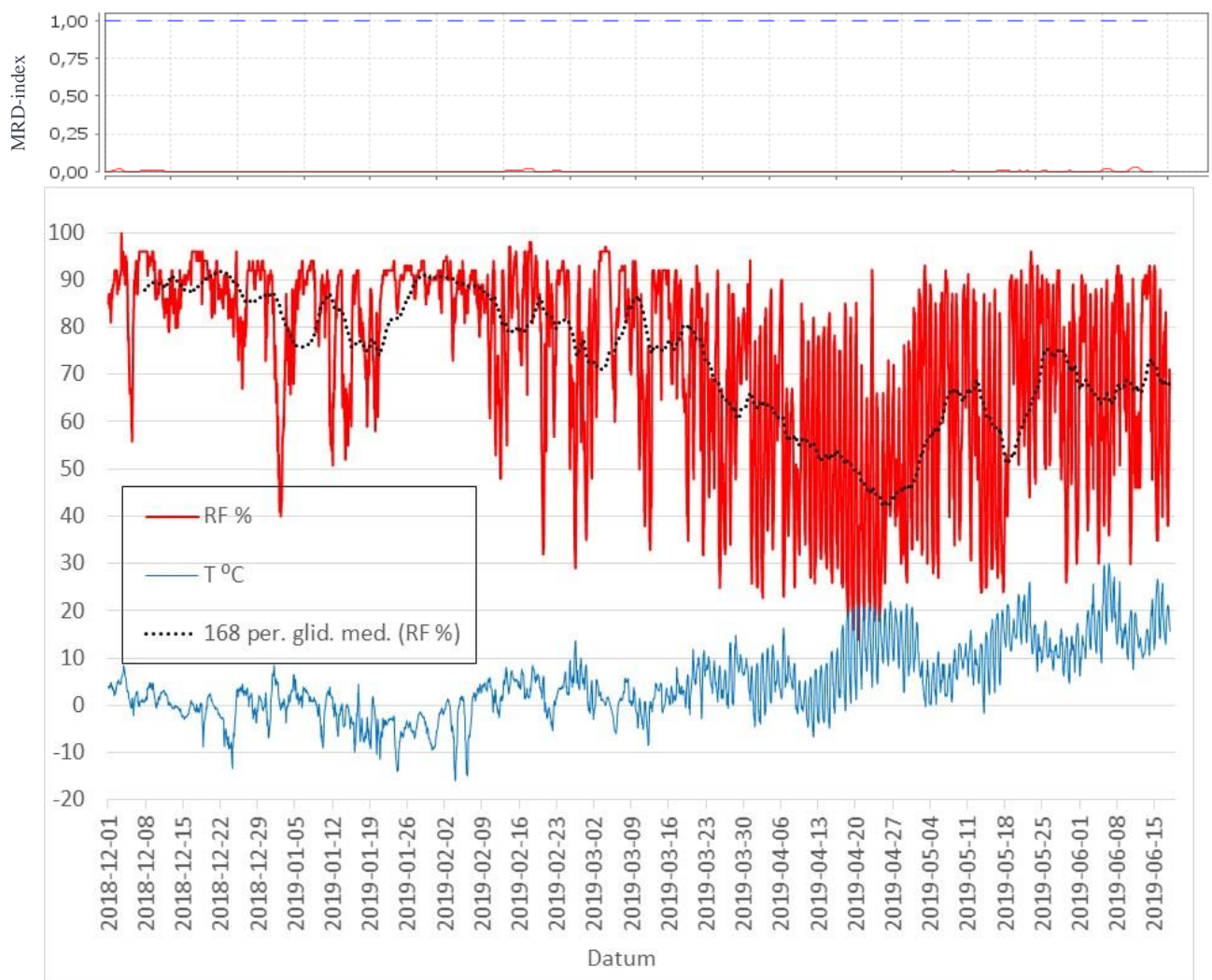
Figur 6. Ånghaltsskillnad mellan inom- och utomhusluften på plan 2 under perioden 2018-05-03 till 2018-09-06 (mätningen fungerade inte i slutet av juli samt under några veckor i augusti).

Om övriga plan (plan 3 och 4) ställs i relation till plan 2 så har relativ fuktigheten varit aningen lägre för dessa våningsplan, se bilaga 3. Vidare har det varit en något lägre ånghalt också, se bilaga 3.

### 5.1.3 Uteklimat och mögelsimulering i Mellansverige

Temperaturen har varit relativt hög på omkring 15 °C i medel under andra halvan av april och andra halvan av maj samt i juni, se figur 7. Amplituden var mellan 5-10 °C framförallt under soliga dagar. Under delar av december och i början av januari var det varmgrader på uppemot 5 °C och under slutet av februari var temperaturen mellan 5-8 °C. Under halva mars låg temperaturen under 5 °C.

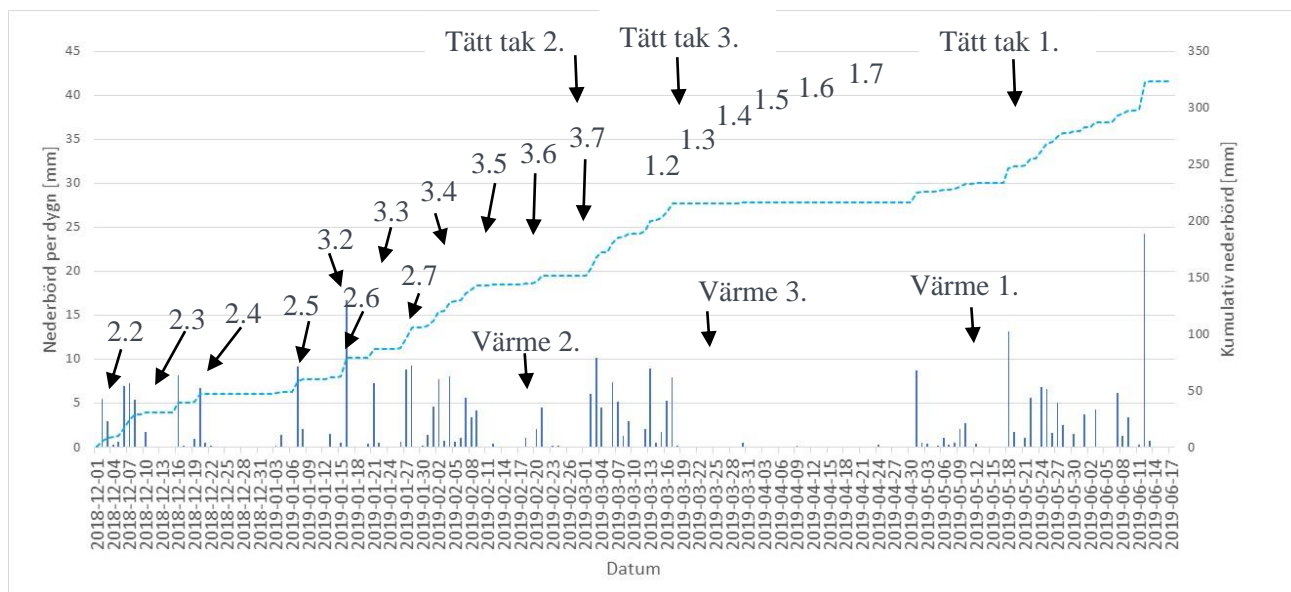
Relativa fuktigheten har varit över 80 % RF i veckomedel och ofta på 90 % RF i veckomedel från januari till slutet av mars, se figur 7. RF har legat på omkring 45-65 % RF-veckomedel under april och maj med en amplitud på över 20 %-enheter. Under juni låg RF-veckomedel stundvis på över 70 % RF med en fortsatt amplitud på ungefär 20 %-enheter i RF. Utifrån mögelsimuleringen så har inte uteluften (RF och temperatur) gett upphov till mögelpåväxt då mögelindexet visade omkring noll, se figur 7.



Figur 7. Uteklimat i Mellansverige, relativ fuktighet (RF), temperatur (T) och glidande medelvärde per vecka (RF) under stomresning till tätt hus. Mätdata har hämtats från SMHI. Det övre diagrammet visar mögelindex utifrån RF och temperatur. Den blåstreckade linjen visar gränsvärdet 1 då påväxt kan förväntas.

Någon nederbörd har i princip inte uppkommit under delar av februari samt från mitten av mars till slutet av april, se figur 8. Det var först från mitten av maj som det kom betydande regnmängder på uppemot 100

mm fram till mitten av juni då mätuppföljningen avslutades. Undantagit i början av december och i slutet av januari och i början av februari då det också kom nederbörd. Under första halvan av mars kom det omkring 60 mm regn.



Figur 8. Nederbörd per dygn och kumulativ nederbörd i Mellansverige under perioden 1 december 2018 till 17 juni 2019. Mätdata har hämtats från SMHI. Pilarna visar vid vilken tidpunkt då respektive hus (första siffran) och bjälklag (andra siffran) började monteras, när taket blev tätt och när värmen sattes på.

#### 5.1.4 Inneklimat

Inomhusklimatet har följts på flera våningar i hus 2 och 3 under perioden 14 mars till 16 maj. Under denna period har relativa fuktigheten i inomhusluften inte överstigit 60 % RF i hus 2 med temperaturer på mellan 15-23 °C. I hus 3 har inte relativa fuktigheten överstigit 75 % RF förutom under några enstaka timmar vid något tillfälle med temperaturer på 15-20 °C och ibland högre. Fukttillskottet har i regel varierat mellan 1-3 g/m<sup>3</sup>. Eftersom inomhusluften inte utgjort någon risk för mögelpåväxt i sig utifrån dessa mätningar så fanns det ingen nytta med att utföra en mögelsimulering. Fukt och temperaturmätningar samt skillnad i ånghalt mellan inom- och utomhus redovisas i bilaga 3.



## 6 FÄLTMÄTNINGAR

### 6.1 Metodologi

Fältmätningarna har skett under pågående byggnation med KL-trä dels av en kontorsbyggnad i Västsverige dels av tre flervåningshus i Mellansverige. Mätningarna är framförallt baserade på momentanmätningar av fuktkvot och provtagningar för mikrobiologisk analys, men det har även skett kontinuerliga mätningar av inom- och utomhusklimat.

#### 6.1.1 Fuktkvot och uttaget prov

De momentana mättillfällena har varit utspridda över tiden med tre veckor till några månaders mellanrum under byggperioden, se mätprotokoll i bilaga 3. Mätpunkterna har valts till horisontella ytor eller i anslutning mot horisontella ytor eller av vertikala ytor som utsatts för vattenstänk från horisontella ytor, framförallt där vatten kan bli stående eller där uttorkning är begränsad. Mätpunkterna har valts dels väl utspridda på varje våningsplan, se bilaga 3, för att representera många delar av byggnaden dels utifrån indikationer eller antagande att det också har utsatts för nederbörd eller rent stickprovsmässigt. Referenspunkter för mätning har också valts i punkter som inte har utsatts för nederbörd eller att det möjligen har utsatts för obetydlig fuktbelastning. Dessutom finns det ytterligare mätpunkter där det är mer osäkert om det utsatts för uppfuktning tidigare eller inte och som eventuellt kan ses som referenspunkter.

I mätpunkterna har det tagits materialprover från materialytan med stämjärn och hammare samt med kärnborr på djupet för att få med skarv i bjälklag och av springa mellan bräder, se bilderna 19-20.



Bild 19. Fuktkvotmätning i springa i bjälklag med hammarelektrod.

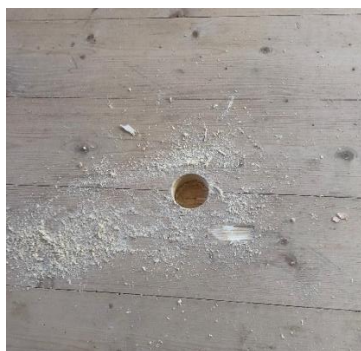


Bild 20. Uttaget prov av springa mellan bräder i bjälklag med kärnborr samt uttaget prov från ovansidan av bjälklaget.



Bild 21. Uttaget prov av ovansida bjälklag under sylomer. Synliga fuktmarkeringar på nederkanten av väggen samt att bjälklaget blivit missfärgat av bland annat missfärgat vatten.

Fuktmätningarna har skett genom resistansmätning med isolerade elektroder/stålstift på mätdjupen 0, 10, 20, 30, 40, 60 mm från ovansidan av bjälklaget, både mitt på bräder, i springor mellan bräder och i skivskarvar (KL-trä). Mätning i springa har visat sig i detta projekt kunna likställas med ett mellanting mellan ytfuktkvotmätning (SP, 2012b) och fuktkvotmätning i trä (SP, 2012a) beroende på springvidden. I dessa mätningar har angivna metoder (SP, 2012b) (SP, 2012a) använts med vissa avsteg, dels är redovisade mätvärden baserade på singelmätning istället för medelvärdet av tre mätningar. Vidare har mätning i trä även gjorts i punkter längre ifrån ände/kant än 0,3 m x 0,3 bredd x 0,3 tjocklek av bräder i KL-trä. Dessutom har fuktkvotmätning i ände eller sida på bräder i KL-trä gjorts med olika avstånd från kant. I springor och skarvar har provuttag gjorts med kärnborr, se bild 20, och fuktkvoten har kontrollmätts igen på den uttagna biten med handinstrument. I träpelare och väggar har mätningar skett upp till 40 mm djup. Mätning på ovansidan av bjälklag under sylomer gjordes snett uppifrån med fuktkvotinstrument med långa isolerade stålstift. Eftersom det yttersta skiktet i väggar hade en tjocklek av 20 mm så mättes det ofta i båda skikten. Dessutom har det skett mätningar i infästningshål för lyftögla, se bild 4 (det var endast i byggnaden i Västsverige som det fanns öppna hål för lyftögla). Håldjupet för infästningshål var 120 mm.

Fuktkvot har mätts momentant med Protimeter Timbermaster tillsammans med hammarelektroder med isolerade stålstift som mäter elektrisk resistans. Instrumentet var injusterat för träslaget gran. Temperaturkompensering har skett. Mätosäkerheten uppskattas till  $\pm 1,5$  %-enheter inom mätområdet 8-25 % FK. Värderna under 8 % FK redovisas som 8 % och värdena över 25 % redovisas som 25 % FK.

### 6.1.2 Mikrobiologisk analys

Materialproverna har genomgått mikrobiologisk analys under mikroskop enligt metod beskriven av (Hallenberg & Gilert, 1988). Proverna studeras först i stereomikroskop vid 10-40 gångers förstoring. Därigenom kan materialytan studeras och eventuell påväxt konstateras. För att kvantifiera denna påväxt görs preparat från materialytan. Som studeras i högre förstoring. Preparaten görs genom att en del av ytan skrapas med en skarp preparatnål eller genom tejpavtryck på ytan. Dessa läggs sedan i en droppe mjölk-syra med cottonblue alternativt i en droppe lösning av kaliumhydroxid på ett objektglas och täcks sedan med ett täckglas.

Mikroorganismer har klassificerats som hyfer, sporer, bakterier och jäst enligt en fyrgradig skala (Ingen, sparsam, måttlig och riklig påväxt). Det är svårt eller omöjligt att avgöra om sporer uppkommer på grund av sporgroning vid tillväxten eller om det har transporterats dit via luft eller rinnande vatten. Därför har sporer undantagits i resultatredovisningen i denna studie. Förekommer blånad så redovisas det separat.

### 6.1.3 Allmänt om mikrobiell tillväxt

För mikrobiell tillväxt krävs en relativ fuktighet över ungefär 75 % RF, gynnsam temperatur helst över 5-10 °C, varaktighet samt näring.

Mögelsvampar växer generellt på ytan av virke. Dessa kan vara pigmenterade så att en påväxt kan ses med blotta ögat men de kan även vara pigmenterade svampar så att en riklig påväxt av mögelsvamp inte kan ses med blotta ögat. En del pigmenterade svampar kan växa djupare ner i veden och orsakar där en missfärgning som kallas blånad. Generellt så kräver dessa svampar mycket fukt och om det finns blånad på virke i en byggnad kan man sluta sig till att det någon gång har utsatts för mycket vatten eller fritt vatten och mer än kortvarigt. Blånad kan uppkomma redan efter trädets fällning, och således innan postering och torkning på sågverket, och alltså finnas på virke under produktionen redan från början. I detta fall kommer inte den mikrobiella växten som orsakat blånaden att vara aktiva så länge materialet inte utsätts för fritt vatten.

## 6.2 Resultat fuktkvot

I detta kapitel redovisas ett sammandrag av fuktkvotsmätningar (FK). Samtliga mätningar redovisas i bilaga 3.

### 6.2.1 Objektet i Västsverige

Tabell 3. Samtliga mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	134	40	28	15
10 mm	21	10	2	2
20 mm	28	16	7	0
30 mm	15	13	9	4
40 mm	70	59	31	15
I hål (80-120 mm)	20	18	1	8

Tabell 4. Ovansida bjälklag. Totalt antal mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	55	21	17	10
10 mm	9	4	1	0
20 mm	15	9	3	0
30 mm	2	2	0	0
40 mm	18	15	5	1

Tabell 5. Springa i bjälklag. Totalt antal mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	32	0	0	0
10 mm	4	0	0	1
20 mm	7	3	2	0
30 mm	4	4	4	0
40 mm	39	35	16	8

Tabell 6. Hål i bjälklag för lyftögla. Totalt antal mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
I hål (0-120 mm)	20	17	11	8

I 28 av 134 st mätpunkter på ovansidan av bjälklag, på ytan, hade en fuktkvot på över 18 % FK vilket motsvarar en andel av 21 % av mätpunkterna, se tabell 3. På 10 mm mätdjup i ovansidan av bjälklag hade 17 st av totalt 55 st mätpunkter en fuktkvot på över 18 % FK varav 10 st var kapillärmättade, se tabell 4. Dessutom på 40 mm djup var det 15 st av 18 st mätpunkter som hade en fuktkvot över 15 % FK samt 5 st som hade en fuktkvot på över 18 % FK. I springor fanns det ingen mätpunkt på 0 mm djup som hade en fuktkvot över 15 % FK men däremot på 40 mm djup hade 35 st av totalt 39 st en fuktkvot över 15 % FK och nästan hälften av proverna hade en fuktkvot på över 18 % FK samt att 8 st var kapillärmättade, se tabell 5. I hål var fuktkvoten över 15 % FK i nästan samtliga mätpunkter och ungefär hälften hade en fuktkvot över 18 % FK samt att 8 st var kapillärmättade, se tabell 6.

Utifrån mätningarna är det uppenbart att vatten trängt ner i hål för lyftögla och i springor mellan bräder i bjälklag. Mätningarna visar också på många höga värden även på ovansidan av bjälklag, på ytan.

## 6.2.2 Objekten i Mellansverige

Tabell 7. Samtliga mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	170	70	41	28
10 mm	150	53	35	15
20 mm	148	65	36	15
30 mm	57	29	17	9
40 mm	149	71	41	19
60 mm	38	6	2	0

Tabell 8. Ovansida bjälklag. Totalt antal mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mätdjup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	46	2	0	2
10 mm	35	1	0	0
20 mm	40	2	0	0
30 mm	16	1	0	0
40 mm	44	3	0	0

Tabell 9. Springa i bjälklag. Totalt antal mätpunkter för respektive mätdjup samt antal mätpunkter med en fuktkvot över 15 %, över 18 % och över 24 % FK.

Mät-djup	Totalt antal mätpunkter	Antal över 15 % FK (18 %, 24 %)	Antal över 18 % FK (24 %)	Antal över 24 % FK
0 mm	51	10	2	1
10 mm	41	10	7	4
20 mm	43	29	10	3
30 mm	14	11	4	1
40 mm	56	39	21	7
60	31	6	2	0

I 41 av 170 st mätpunkter på ytan (0 mm) hade en fuktkvot på över 18 % FK vilket motsvarar en andel av 28 % av mätpunkterna, se tabell 7. På 10 mm mätdjup av ovansidan av bjälklag hade 35 st av totalt 150 st mätpunkter en fuktkvot på över 18 % FK varav 15 st var kapillärmättade, se tabell 7. Dessutom på 40 mm djup var det 71 st mätpunkter som hade en fuktkvot över 15 % FK samt 19 st var kapillärmättade.

I ovansidan av bjälklag på de olika mätdjupen (0-40 mm) var fuktkvoten aldrig över 15 % FK förutom på ytan i två mätpunkter, där det var kapillärmättat, av totalt 51 mätpunkter samt i några enstaka på över 15 % FK men i övrigt inga fler, se tabell 8.

I springor på mätdjupet 40 mm var fuktkvoten över 15 % FK i 39 st av totalt 56 st mätpunkter varav 7 st var kapillärmättade, se tabell 9. På 0 mm djup var det 10 st som var över 15 % FK. På 60 mm djup var det 6 st av 31 st mätpunkter som hade en fuktkvot över 15 % FK och ingen var kapillärmättad.

Mätningarna visar på många förhöjda och höga värden djupt ner i springor mellan bräder men däremot var det få förhöjda värden i ovansidan av bjälklag och det var heller ingen direkt inträngning mitt i bräder.

## 6.3 Resultat mikrobiologisk analys

I detta kapitel redovisas ett sammandrag av resultat av mikrobiologiska analyser. Samtliga analyser redovisas i bilaga 3.

### 6.3.1 Objektet i Västsverige

I objektet i Västsverige hade 51 st av totalt 66 st prover mikrobiell påväxt vilket motsvarar 77 %, se tabell 10. I 38 st av dessa prover var det måttlig-riklig påväxt vilket motsvarar 58 %. Högst andel påväxt hade infästningshål för lyftögla på 93 %, alltså 13 st av totalt 14 st prover hade påväxt, och de flesta (85 %) av dessa hade måttlig eller riklig påväxt, se tabell 11. I springor i bjälklag, mellan bräder i det översta KL-trä skiktet, visade 17 st av totalt 20 st prover på påväxt vilket motsvarar 85 %, varav 67 % hade måttlig-riklig påväxt. På ovansidan av bjälklag hade 13 st av totalt 21 st prover påväxt vilket motsvarar 62 %, varav 40 % hade måttlig-riklig påväxt. Relativt få prover, 4 st, analyserades för anslutning mellan bjälklag och terrassvägg samt under temporärt skydd av plast eller papp på bjälklaget, men av de som analyserades hade samtliga påväxt.

När det gäller uppkommen måttlig-riklig påväxt under olika perioder visar provtagningsstillfällena i februari och april på en lägre andel av 25 resp. 36 % än i jämförelse med i maj, juni och september på 67, 50, 67 respektive 59 %, se tabell 10. Det var inte lika stor skillnad när sparsam påväxt inkluderades i jämförelsen men i båda fallen så var andelen över eller långt över 54 % med ett medel på 77 % som angivits tidigare.

Tabell 10. Totalt antal analyserade mätpunkter/prover och antal med påväxt samt antal med sparsam mögelpåväxt eller måttlig-riklig mögelpåväxt (sporer har exkluderats). Måttlig-riklig påväxt inkluderar också några prover med subjektiv bedömning av påväxt utifrån unken lukt.

Provtagningsdatum	Totalt antal prover	Totalt antal med mögelpåväxt (Andel inom parentes)	Antal med sparsam mögelpåväxt	Antal med måttlig-riklig mögelpåväxt (Andel inom parentes)
Samtliga provtagningar (2018-02-22–2019-09-06)	66	51 (77 %)	13	38 (58 %)
2018-02-22	4	3 (75 %)	2	1 (25 %)
2018-04-16	11	6 (55 %)	2	4 (36 %)
2018-05-08	9	8 (89 %)	2	6 (67 %)
2018-06-01	4	3 (75 %)	1	2 (50 %)
2018-06-27	9	8 (89 %)	2	6 (67 %)
2018-09-05--06	32	25 (78 %)	6	19 (59 %)

Tabell 11. Antal analyserade mätpunkter/prover för respektive konstruktionsdel/plats och totalt antal med påväxt varav antal med sparsam påväxt respektive måttlig-riklig påväxt (sporer har exkluderats). Andel i procent har inte angivits om provantalet understiger 7 stycken.

Mätplats	Totalt antal prover	Totalt antal med mögelpåväxt	Antal med sparsam mögelpåväxt	Antal med måttlig-riklig mögelpåväxt
Ovansida bjälklag	21	13 (62 %)	5	8 (40 %)
Springa i BJL	20	17 (85 %)	3	14 (67 %)
Skarv BJL	4	4	0	4
Ovansida bjälklag under terrassvägg/plastfolie	4	4	2	4
I hål för lyftögla	14	13 (93 %)	1	12 (85 %)
n.d. Pelare	4	1	3	1

### 6.3.2 Objekten i Mellansverige

I objekten i Mellansverige hade 52 av totalt 135 st prover mikrobiell påväxt vilket motsvarar 39 %, se tabell 12. I 25 st av dessa prover var det måttlig-riklig påväxt vilket motsvarar 19 %. Högst andel påväxt hade ovansidan av bjälklag under sylomer på 63 %, alltså 5 st av totalt 8 st prover hade påväxt, och hälften hade måttlig-riklig påväxt, se tabell 13. I springor i bjälklag, mellan bräder i det översta KL trä skiktet, visade 20 st av totalt 43 st prover på påväxt vilket motsvarar 47 %, varav 16 % hade måttlig-riklig påväxt. På ovansidan av bjälklag hade 13 st av totalt 30 st prover påväxt vilket motsvarar 43 %, varav 20 % hade måttlig-riklig påväxt. Nederdel vägg eller nederdelen av utsidan av yttervägg hade en andel påväxt på omkring 40 % varav måttlig-riklig påväxt på omkring 25 %. I skarv i bjälklag visade 1 st av totalt 8 st prover på påväxt och ingen hade måttlig-riklig påväxt.

Tabell 12. Totalt antal analyserade mätpunkter/prover och antal med påväxt samt antal med sparsam mögelpåväxt eller måttlig-riklig mögelpåväxt (sporer har exkluderats).

Provtagningsdatum	Totalt antal prover	Totalt antal med mögelpåväxt	Antal med sparsam mögelpåväxt	Antal med måttlig-riklig mögelpåväxt
Samtliga provtagningar (2019-02-19—2019-06-17)	135	52 (39 %)	27	25 (19 %)
2019-02-19	28	9 (32 %)	1	8 (29 %)
2019-03-14	19	11 (58 %)	9	2 (11)
2019-04-09	41	12 (29 %)	10	2 (5 %)
2019-05-17	34	11 (32 %)	5	6 (18 %)
2019-06-17	15	9 (60 %)	2	7 (47 %)

När det gäller andel uppkommen påväxt under olika perioder visar provtagningstillfällena i februari till april på andelar av 32 %, 58 % och 29 % vilket inte skiljer nämnvärt mot maj och juni på andelar av 32 % och 60 %. Däremot var måttlig-riklig påväxt på 47 % i juni jämfört med medelvärdet på 19 %, se tabell 12.

Tabell 13. Antal analyserade mätpunkter/prover för respektive konstruktionsdel/plats och antal med påväxt samt antal med sparsam påväxt eller måttlig-riklig påväxt (sporer har exkluderats). Andel i procent har inte angivits om provantalet understiger 7 stycken.

Mätplats	Totalt antal prover	Totalt antal med mögelpåväxt	Antal med sparsam mögelpåväxt	Antal med måttlig-riklig mögelpåväxt
Ovansida bjälklag	30	13 (43 %)	7	6 (20 %)
Springa i bjälklag	43	20 (47 %)	13	7 (16 %)
Skarv i bjälklag	8	1 (13 %)	1	0 (0 %)
Ovansida bjälklag under sylomer	8	5 (63 %)	1	4 (50 %)
Bjälklagskant/ände	5	1	1	0
Mitt på vägg, inomhus	5	1	1	0
Ovansida utvändig balk	2	2	0	2
Nederdel yttervägg, utomhus	7	3 (43 %)	1	2 (29 %)
Nederdel vägg, inomhus	13	5 (38 %)	2	3 (23 %)
Mitt på yttervägg, utomhus	3	1	1	0
Ovandel yttervägg, utomhus	3	0	0	0



## 7 DISKUSSION

I samband med regnperioder var luftfuktigheten högre i omgivande luft än när det inte regnade och mögelpåväxt kan hänföras till regnperioder. Teoretiskt sett försvåras uttorkningen om det är fuktigt i omgivande luft och då intar också materialytan hög fuktighet under den tiden vilket kan bli extra kritiskt och leda till påväxt. Dock har påväxten sannolikt inte uppkommit på grund av uteluftens fuktighet och temperatur, bekräftat med mögelsimuleringar, utan i första hand på grund av regnexponering som nämnt. Vidare erfors inga indikationer på att någon mögelpåväxt skulle ha uppkommit på grund av omgivande luftfuktighet enbart och detta kan också styrkas i många av övriga mätpunkter som inte hade påväxt.

Under en relativt lång period på ungefär 1,5 månad var det nästan uppehåll från nederbörd när Hus 1 i Mellansverige monterades. De flesta mätpunkter på plan 3 och 5 klarade sig från påväxt vilket måste anses vara förväntat eftersom det inte utsattes för regn eller vatten. I Mellansverige var andelen mätpunkter med påväxt lägre i april och maj än i jämförelse med mars och juni vilket kan förklaras av att det var i princip ingen nederbörd mellan mitten av mars till slutet av april. Trots att temperaturen inte har överstigit 10 °C utomhus under vinterperioden så verkar det som påväxt har uppkommit både i objekten i Västsverige och Mellansverige. Detta innebär att även vinterklimatet kan vara kritiskt med risk för påväxt om KL-trä blir utsatt för regn eller vatten.

I dessa fallstudier har vinter, vår och sommarklimat förekommit. Däremot har inte höstklimat varit med vilket brukar vara det mest gynnsamma klimatet för mögelpåväxt med hög luftfuktighet, ganska varmt samt att det brukar finnas rikligt med mögelsporer i omgivande luft. Därför kan mer påväxt förväntas under höstklimat.

I samband med montage och upprepades samma montageprocedur för varje bjälklag och det fanns en strävan att förbättra tätningsmetoder och noggrannhet för att uppnå minskad vattenexponering. Trots det så visade resultaten ingen minskning av påväxt ju längre byggprojekten fortlöpte. Å andra sidan blev klimatet mer och mer gynnsamt ju längre byggprojekten fortskred eftersom de startade i vinterklimat och gick mot sommarklimat.

För de studerade objekten levererades KL-trä med en målfuktkvot på 12 %, materialet var emballerat och levererades vanligtvis ”just in time”. Det har inte upptäckts några indikationer på skadat eller uppfuktat material före montage av KL-trä. Eftersom KL-trä levereras med låg fuktkvot, långt under kritiska fukt-tillstånd samt att materialet var hyvlat så torde det vara fritt från påväxt. Utifrån alla provtagningar och analyser så har det inte uppkommit några indikationer eller resultat som pekar på att material inte skulle vara fritt från mögelpåväxt vid leverans till byggplatsen. Det finns dock ett enda undantag där en bräda på ovensidan av en KL-träskiva hade angrepp av blånad i byggnaden i Västsverige och brädan eller hela KL-träskivan byttes ut. Vertikala ytor långt från horisontella ytor eller horisontella skarvar såsom mätpunkter mitt på innerväggar har i regel inte utsatts för vatten mer än möjligen kortvarigt vid montage. Dessa har heller inte fått någon påväxt förutom något undantag där det runnit vatten mer än kortvarigt från ovanför liggande våningsplan. Analyser som gjorts av mätpunkter där provtagning tagits kort tid efter montage, mätpunkter som inte utsatts för något vatten men istället utsatts för snö, mätpunkter som har utsatts kortvarigt för vatten och därefter har ytan kunnat torka relativt omedelbart till ett torrt tillstånd, förefaller i regel inte fått påväxt. Resultaten är också förväntade dels eftersom material ska ha varit fritt från påväxt vid montage och därefter har ytor inte blivit utsatta för tillräckligt kritisk exponering. Det finns också mätpunkter som stått i vatten under en längre tid och som inte erhöll påväxt i samband med att de fortfarande var blöta. Detta är också förväntat eftersom vattnet förhindrar tillgång till syre och försvårar angrepp av mögel som i regel behöver syre för tillväxt.

Mätningar och provtagningar har skett punktvis varför det är svårt att uttala sig exakt om hur stor yta respektive mätpunkt representerar. Eftersom det finns många mätpunkter fördelat över ytorna på de flesta våningsplan etc så ger det en relativt överskådlig bild av hur ytorna har påverkats av nederbörd. Det ska tilläggas att det finns mätpunkter som inte har analyserats dels för att de togs i ett tidigt skede i byggprocessen eller i början av en vattenexponering dels i mätpunkter som utsatts för ungefär lika mycket vatten som analyserade mätpunkter i närheten. Det finns också mätpunkter som förmodligen har utsatts för mindre vattenexponering och därav inte analyserats framför närliggande mätpunkter som exponerats mer. Anledningen till att inte samtliga mätpunkter har analyserats är på grund av att analyserna är kostsamma och det fanns ekonomiska begränsningar.

Syftet med fuktsäkerhetsprojektering är att projektera så att fuktkänsligt material inte utsätts för vatten och kritiska fuktillstånd. Att då låta fuktsäkerhetsprojektera en byggnad där det är förutbestämt att det ska få utsättas för nederbörd och vatten torde vara motsägelsefullt. Det är svårt utifrån svaren i intervjustudien att tolka huruvida det kan finnas brister i fuktsäkerhetsprojekteringar eller om utfallet i fuktsäkerhetsprojekteringar har ignorerats. Dessa antaganden kan vara felaktiga om det är så att projektledningen nonchalerat fuktsäkerhetsprojekteringarna eller att det i fuktsäkerhetsprojekteringen anger sanering som en lösning på problematiken. Sammantaget finns det en motsättning mellan byggnation med KL-trä utan väderskydd och att uppfylla kravet på fuktsäkerhet i byggreglerna. Huruvida det är tillåtet att projektera för sanering vid nyproduktion framgår, mig veterligen, inte av byggreglerna, men däremot förutsätts det att det görs vid ändring av befintliga byggnader med skador (BBR, 2017). Å andra sidan finns det möjlighet att verifiera att kraven uppfylls efter åtgärder och sanering i samband med den färdiga byggnaden. Dock är det praktiskt svårt eller omöjligt att sanera allt eftersom det i regel finns oåtkomliga ytor framför allt där bärande delar ansluter mot varandra.

Intervjusvaren ger uttryck i att delar av branschen saknar kunskap om byggreglerna såtillvida att kritiskt fuktillstånd måste vara känt för material och byggprodukter om de ska utsättas för fuktillstånd över 75 % RF. Denna kunskap går nog hand i hand med att materialtillverkare av KL-trä förmodligen inte har deklarerat egenskapen kritiskt fuktillstånd för sin produkt.

Alla personer i intervjustudien anser att mögelpåväxt är ett problem och måste tas bort. Trots det har samtliga vågat eller varit delaktig i att bygga utan väderskydd och en förklaring kan vara att de tillämpat sanering som en byggmetod. Ungefär hälften av de intervjuade personerna anser att inte synlig påväxt behöver tas bort och åtgärdas vilket är oroväckande eftersom det inte uppfyller byggreglerna trots att byggreglerna inte gör någon skillnad på osynlig och synlig påväxt. Det förefaller finnas ett visst risktagande eller okunskap inom dessa organisationer där intervjupersonerna verkar eftersom det vanligtvis finns ytor som förmodligen inte är åtkomliga för sanering.

Utifrån litteraturstudien kan konstateras att det är mycket ovanligt att mikrobiologisk analys görs vid praktiska fält- och labbstudier. Samtidigt är det få studier som rapporterar om uppkomst av synlig påväxt med blotta ögat. Vidare är det bara i några fall som de intervjuade personerna rapporterade att synlig påväxt uppkom och i de fallen i liten omfattning. Däremot uttryckte flera att fuktmarkeringar och missfärgat vatten, som fått torka, var ett visuellt problem. Detta tillsammans med observationer i fallstudien pekar på att synlig påväxt med blotta ögat är i regel begränsat eller till och med ovanligt på KL-trä. Däremot verkar osynlig påväxt vara oundvikligt vid byggnation utan väderskydd, det vill säga att KL-trä som utsätts för nederbörd riskerar att drabbas av angrepp, vilket styrks av fallstudierna och av de personer i intervjuundersökningen som hade låtit göra mikrobiologiska analyser. Det har inte framkommit i litteraturen varför det i praktiska studier, både i fält- och labbstudier, inte utförs undersökning av mikrobiologisk påväxt på ett tillförlitligt sätt. Däremot verkar det vara vanligt att en bedömning görs med blotta ögat vilket förefaller vara en metod som saknar vetenskaplig grund på ytor som inte har missfärgade mikroorganismer. Detta innebär att icke missfärgande organismer eller osynliga mikroorganismer på grund av liten

storlek inte rapporteras. Däremot är det vanligt i teoretiska studier att mögelsimulering görs för att analysera risk för mögelpåväxt.

Det finns inget i litteraturen som visar på att KL-trä kan motstå mögelpåväxt om det utsätts för fritt vatten. Det kritiska fukttillståndet överskrids relativt omedelbart för träbaserade material om det utsätts för fritt vatten. Riskerna är stora för begynnande påväxt redan efter något dygn och om KL-trä utsätts för vatten eller hög fuktighet i flera dagar eller veckor så är mögelpåväxt direkt förväntad. Dessa fallstudier bekräftar att KL-trä inte är undantaget. Dock kan det möjligen finnas en liten marginal för material som levereras relativt torrt, 12 % fuktkvot, vilket innebär att materialet torde kunna uppta lite vatten innan ytan blir tillräckligt fuktig för att påväxt ska kunna ske. Denna eventuella marginal brukar inte finnas för vanligt byggnadsvirke med leveransfuktkvot på exempelvis 16 % eftersom högst tillåtna fukttillstånd redan är uppnådd omkring detta värde.

Intervjustudien har vissa begränsningar framförallt kopplat till vad personerna väljer att svara på. Det kan också finnas ett visst eget intresse hos personerna om de varit delaktiga i att välja byggmetod, som kan påverka svaren. Dessutom kan möjligen frågor missuppfattas trots att frågorna lästes upp och förklarades av utfrågaren. I fallstudierna har den valda fältmätningssmetoden gjort det möjligt att mäta i många mät-punkter, fördelat över stora ytor och vid återkommande tillfällen under hela byggskedet. Därför kan anses att slutsatserna är baserade på relativt allmängiltiga resultat. Däremot har inte metoden gett tillräckligt underlag för att kunna svara exakt på hur lång tid KL-trä kan utsättas för vattenexponering utan att angripas för påväxt. Denna begränsning i metoden var något som fanns med i projektansökan men som inte inrymdes i detta projekt. Istället planerades det för ett fortsättningsprojekt. Anledningen till att det planerades redan från början var att det krävdes kontrollerade förhållande för att kunna genomföra exakta studier, varför laboratoriestudier är bättre lämpade för ändamålet.

## 8 SLUTSATSER

I 77 % av 66 stycken analyserade mätpunkter i objektet i Västsverige uppkom mikrobiell påväxt varav 58 % hade måttlig-riklig påväxt. Påväxt uppkom på samtliga våningsplan med KL-träbjälklag och spritt över ovansidan av respektive bjälklag. Högst andel påväxt blev det i hål för lyftögla i bjälklag med 93 %, därefter i springa mellan bräder i ovansidan av bjälklag på 85 % och därefter på ovansidan av bjälklag med 62 % påväxt. I hål för lyftögla upplevdes unken lukt i flera mätpunkter. I bjälklagsskarv, anslutning mellan bjälklag och terrassvägg samt på bjälklag under temporärt skydd med plastfolie eller under papp, uppkom påväxt i samtliga 8 stycken analyserade mätpunkter. Prover tagna i början av april visade på påväxt trots att temperaturen varit som högst 7–8 °C i februari-mars.

Från de tre flervåningshusen i Mellansverige analyserades det totalt 134 prover varav 39 % hade påväxt varav 19 % hade måttlig-riklig påväxt. Högst andel påväxt erhöll vägg under sylomer på 63 %, därefter springa i bjälklag på 47 % och sedan på ovansidan av bjälklag med 43 %. Påväxt påträffades i alla tre byggnader och på samtliga undersökta våningsplan utom ett. Provtagning i februari visade på påväxt i mätpunkter på bjälklag och på utsidan av yttervägg och på utstickande limträbalk. Trots att temperaturen inte varit över 8 °C vintertid. Under våren var det ett långt uppehåll i nederbörd vilket kan förklara att andelen påväxt inte steg med ökad omgivningstemperatur.

Orsaken till mögelpåväxten är att KL-trä har utsatts för nederbörd i form av fritt vatten. Mögelsimuleringar av trä som endast simuleras med omgivande luft, utan regnbelastning, visade ingen risk för påväxt. Vidar uppkom ingen påväxt i referenspunkter och troligtvis inte heller på övriga ytor som inte utsattes för vatten.

Någon direkt synlig påväxt har inte kunnat ses med blotta ögat förutom möjligen i några mätpunkter, trots att det uppkommit måttlig-riklig påväxt i totalt över 60 stycken prover fördelat på både objekten i Mellansverige och Västsverige. Detta visar att mikrobiologisk analys måste utföras för att kunna avgöra om fuktutsatt eller tidigare fuktutsatt material är fritt från mögelangrepp eller inte.

Fuktsäkerhetsplanerna har varit svåra att följa för byggtreprenörerna i de undersökta objekten eftersom det var praktiskt svårt att täta mot vatten samt att det tog lång tid att ta bort vattnet med våtsdammsugare. I planerna fanns sanering med som en metod men som har fått användas i betydligt större utsträckning än planerat. I detta forskningsprojekt har inte uppföljning av sanering ingått.

Att låta genomföra mikrobiologisk analys av KL-trä som utsatts för vatten eller hög relativ fuktighet förefaller vara ovanligt i litteraturen. I litteraturstudien har det inte framkommit någon fältstudie där mikrobiologisk analys gjorts. Däremot har det gjorts en mikrobiologisk analys i endast en laboratoriestudie som visade på sparsam påväxt.

Flera studier har tittat på uppfuktning av KL-trä. Flera studier pekar på att det är svårt att förhindra vatteninträngning trots olika typer av ytbehandlingar, ytskydd av material och temporära eller permanenta väderskydd. Vidare så rekommenderar flera KL-trähandböcker att KL-trä ska skyddas mot vatten och uppfuktning. Trots det kan konstateras att det ändå byggs utan eller med bristfälligt väderskydd.

Ungefär hälften av de intervjuade personerna uppger att det är enbart den synliga påväxten som behöver saneras trots att de är medvetna om att det finns osynlig mögelpåväxt och att Boverkets byggregler inte gör någon skillnad på synlig och osynlig påväxt. Det är få som känner till Boverkets byggreglers krav på kritiskt fuktillstånd av 75 % relativ fuktighet för material/produkter som inte har dokumenterad egenskap, vilket kan vara en förklaring till att flera personer inte ansåg att osynlig påväxt behöver saneras. Samtliga svarar att fuktsäkerhetsprojektering, metodik som ska säkerställa att det inte blir fuktigt, har

använts trots det har det byggts utan väderskydd. Samtliga svarar att sanering har varit en metod som tillämpats som åtgärd. Flera uttrycker att materialleverantörer av KL-trä borde utveckla fuktsäkra montage-metoder eller lösningar.

Ifall KL-trä ska utsättas för högre fuktighet än 75 % relativ fuktighet så behöver leverantören deklarerat produktens kritiska fuktillstånd tillsammans med temperatur och varaktighet. Dessutom behöver leverantören visa hur länge KL-trä kan utsättas för vatten utan att angripas av påväxt. Det verkar inte finnas någon leverantör som låtit deklarerat det kritiska fuktillståndet.

Huvudslutsatsen är att det är svårt eller omöjligt att undvika mögelpåväxt vid byggnation av KL-träströmme utan väderskydd. Detta är baserat på dessa fallstudier och den kunskap som finns i litteraturen att trä angrips lätt av mögel framförallt om det utsätts för fritt vatten eller höga fuktigheter. Eftersom vatten i princip kan tränga ner i varje springa mellan bräder, vid infästningar och anslutningar av väggar mot bjälklag samt att det förefaller vara praktiskt svårt att tätat mot att vatten sprids nedåt i byggnaden. Även om spridning av vatten trots allt skulle kunna hindras så kvarstår risken för mögelpåväxt på respektive bjälklag och vid dess anslutningar mot väggar och infästningar. Så länge det inte finns en dokumenterad fuktsäker metod så behöver väderskydd eller helst heltäckande väderskydd användas, och heltäckande väderskydd ses också som ett möjligt väderskyddsalternativ i ett tidigare projekt om väderskyddslösningar (Brycke & Martinsson, 2018).

## 9 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

Redan i ansökan till detta projekt fanns det förslag på en fortsatt studie om steg 2. Förslaget i steg 2 är att ta reda på mer exakt hur lång tids uppfuktning och exakt vilka fukttillstånd och temperaturer för olika ytor, springor, materialmöten etc som kan leda till påväxt. För att kunna göra detta behöver studier göras under kontrollerade förhållanden i laboratorium. Ytterligare frågor som behöver studeras är:

- Går det att sanera alla ytor även svåråtkomliga ytor med påväxt?
- Hur påverkas arbetarna på byggarbetsplatsen av mögelexponering och sanering?
- Vad kostar det att sanera inklusive svåråtkomliga ytor?
- Hur beaktas problematiken inom etik och miljöfrågor?
- Hur beaktas saneringen i livscykelanalyser och livscykelkostnader?
- Är sanering av åtkomlig ytor en i fuktsäkerhetsprojektering en tillräcklig godtagbar metod för beställare och försäkringsbolag?

## Referenslista

- BBR 2017. Boverkets byggregler BFS 2011:6. Karlskrona: Boverket.
- BRYCKE, E. & MARTINSSON, L. 2018. Vädskydd- En lathund för entreprenören (ID:13499). SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.
- BYGGAF 2013. *Branschstandard ByggaF metod för fuktsäker byggprocess*, Lund, Fuktcentrum LTH.
- CEN 2015. EN 16351:2015, Timber structures - Cross laminated timber - Requirements. Brussels: European Committee for Standardization.
- CRESPELL, P. & GAGNON, S. 2010. Cross Laminated Timber: a Primer. Canada: FP Innovations.
- DIMSTRAND, D. & JANSSON, F. 2018. *KL-trä som stommaterial - Konstruktionssystem och effekter av fuktinverkan under produktionsfasen*. Kandidatexamen, Karlstads Universitet.
- ESPING, B., SALIN, J.-G. & BRANDER, P. 2005. *Fukt i trä för byggindustrin*, Stockholm, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.
- ESPINOZA, O., RODRIGUEZ TRUJILLO, V., MALLO, M., F., L., & BUEHLMANN, U. 2016. Cross-Laminated Timber: Status and Research Needs in Europe. *BioResources*.
- FINCH, G. 2016. High-Rise Wood Building Enclosures. *ASHRAE*.
- FINCH, G., RICHELTS, D., WANG, J., THIVIERGE, C. & MORRIS, P. 2011a. *CLT handbook, Cross-Laminated timber (Chapter 10), Canadian Edition*, Québec, Canada, FP Innovations.
- FINCH, G., RICHELTS, D. W., J., THIVIERGE, C. & MORRIS, P. 2011b. *CLT handbook, Cross-Laminated timber (Chapter 10), Canadian Edition*, Québec, Canada, FP Innovations.
- GAMBOA, A. G. 2017. Water and Moisture in CLT. Luleå: Wood Science and Engineering.
- GLASS, S., WANG, J., S, E. & FINCH, G. 2013. *CLT handbook, Cross-Laminated Timber (Chapter 10), U.S. Edition*, Pointe-Claire, Canada, FPInnovations.
- GUSTAFSSON, A. 2017. *KL-trähandbok, Fakta och projektering av KL-träkonstruktioner*, Stockholm, Svenskt trä.
- HALLENBERG, N. & GILERT, E. 1988. Betingelser för mögelpåväxt på trä - Klimatkammarstudier (SP rapport 1988:57). Borås: Statens Provningsanstalt.
- JOHANSSON, P., SAMUELSON, I., EKSTRAND-TOBIN, A., MJÖRNELL, K., SANDBERG, P. I. & SIKANDER, E. 2005. Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial - Kunskapssammanfattning, SP Rapport 2005:11 Borås: SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.
- KORDZIEL, S., GLASS, S., PEI, S., ZELINKA, S. & TABARES-VELASCO, P. C. 2018. MOISTURE MONITORING AND MODELING OF MASS TIMBER BUILDING SYSTEMS. *World Conference on Timber Engineering, August 20-23*. Seoul, Republic Korea.
- LEPAGE, R. 2012. *Moisture Response of Wall Assemblies of Cross-Laminated Timber Construction in Cold Canadian Climates*. Master of applied science in civil engineering, University of Waterloo.
- LEPAGE, R., HIGGINS, J. & FINCH, G. 2017. Moisture Uptake Testing for CLT Floor Panels in a Tall Wood Building in Vancouver. *15th Canadian Conference on Building Science and Technology*. Vancouver, Canada.
- LIISMA, E., KALAMEES, T., KUUS, B. L. & KUKK, V. 2019. A case study on construction of CLT building without preliminary roof. *Forum Wood Building Baltic*. Tallinn, Estonia.
- MATZINGER, I. & TEIBINGER, I. 2013. *Construction with Cross-Laminated Timber in Multi-Storey Buildings Focus on Building Physics- Guidelines*, Vienna, Austria, Holzforschung Austria.
- MCCLUNG, R., GE, H., STRAUBE, J. & WANG, J. 2014. Hygrothermal performance of cross-laminated timber wall assemblies with built-in moisture: field measurements and simulations. *Building and Environment*, 71, p.95-110.
- MUSTAPHA, G., KHONDOKER, K. & HIGGINS, J. 2017. MOISTURE PERFORMANCE AND VERTICAL MOVEMENT MONITORING OF PRE-FABRICATED CROSS LAMINATE TIMBER –FEATURED CASE STUDY: UBC TALLWOOD HOUSE. *15th Canadian Conference on Building Science and Technology*. Vancouver, Canada.
- NORE, K., MATTSSON, J. & AUSTIGARD, M. 2014. Cross Laminated Timber vs. timber frame walls in water damage – comparing drying and mould growth. *10th Nordic Symposium on Building Physics, 15-19 June*. Lund.

- OLSSON, L. 2014. *Moisture Conditions in Exterior Wooden Walls and Timber During Production and Use*. Licentiate thesis, Chalmers University of Technology.
- OLSSON, L. & MJÖRNELL, K. Laboratory investigation of sills and studs exposed to rain. In: COMMITTEE, T. I. O., ed. *International Building Physics Conference (IBPC)*, May 28-31 2012 Kyoto, Japan. 1384.
- OLSSON, L. & MJÖRNELL, K. 2017. Väderskyddat byggande eller omfattande fukt- och mögelkontroll av fuktexponerat virke, konstruktioner och KL-trä? *Bygg & Teknik*, Nr 5.
- SCHMIDT, E., L., RIGGIO, M., LALEICKE, P., BARBOSA, A. & VAN DEN WYMELENBERG, K. 2017. HOW MONITORING CLT BUILDINGS CAN REMOVE MARKET BARRIERS AND SUPPORT DESIGNERS IN NORTH AMERICA: AN INTRODUCTION TO PRELIMINARY ENVIRONMENTAL STUDIES. *CLEM CIMAD*. Buenos Aires, Argentina: UNNOBA.
- SCOTTA, R., TRUTALLI, D., MARCHI, L. & POZZA, L. 2018. On the anchoring of timber walls to foundations: available strategies to prevent wood deterioration and on-site installation problems. *XIV International Conference on Building Pathology and Construction Repair- CINPAR 2018*.: Procedia Structural Integrity.
- SEDLBAUER, K. 2001. Prediction of Mould Growth by Hygrothermal Calculation. Holzkirchen: Fraunhofer-Institute for Building Physics.
- SINGH, T., PAGE, D. & SIMPSON, I. 2019. Manufactured structural timber building materials and their durability. *Construction structural timber building materials and their durability*, 217, p.84-92.
- SMHI 2019. Öppna data. Norrköping: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.
- SP 2012a. Instruktion Fuktkvotsmätning. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- SP 2012b. Instruktion Ytfuktkvotsmätning. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- SRISGANTHARAJAH, J. & ULLAH, S. 2015. *En studie av fuktinnehåll i massivträ - Oppfuktings- og uttørkingsprosessen, A study of water content in cross- laminated timber - The wetting- and drying process*. Masterdegree, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- SVENSK-BYGGTJÄNST 2018. AMA Hus 18. *HSD Konstruktioner av längdformvaror av trä i hus*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- THELANDERSSON, S. & ISAKSSON, T. 2013. Mould resistance design (MRD) model for evaluation of microbial growth under varying climate conditions. . *Building & Environment* 65.
- THIVIERGE, C., DEROME, D., CARMELIET, J.,. 2014. *Simulation of drying of wood-frame walls submitted to water infiltration*.
- WANG, J. 2016. WETTING AND DRYING PERFORMANCE OF WOOD-BASED ASSEMBLIES RELATED TO ON-SITE MOISTURE MANAGEMENT. *WCTE 2016 World Conference on Timber Engineering, August 22-25*. Vienna, Austria.
- WANG, J. Y., STIRLING, R., MORRIS, P. I., TAYLOR, A., LLOYD, J., KIRKER, G., LEBOW, S. & MANKOWSKI, W. E. 2018. DURABILITY OF MASS TIMBER STRUCTURES: A REVIEW OF THE BIOLOGICAL RISKS. *Wood and Fiber Science*, 50, pp.110-127.
- VIITANEN, H. 2004. Critical conditions for the mould growth in concrete and in other materials contacted with concrete - durability of concrete against mould growth (VTT W6). Espoo, Finland: VTT Technical Research Centre of Finland.
- ÖBERG, J. & WIEGE, E. 2018. *Fuktrisker på KL-trä som utsätts för yttre klimat under produktionsfokus på mögel och uppfuktning*. Kandidat, KTH, Kungliga Tekniska Högskolan.



# BILAGA 1

## Litteraturstudie

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
Environmental response of a CLT floor panel:Lessons for moisture management and monitoring of mass timber buildings	Schmidt Riggio Barbosa Mugabo	2019	Studie om dimensions stabilitet, rörelser, kupning, hållfasthet mm. Böjtest visar på möjlig försämring pga klimatisering. Vattenbelastning påverkar de översta två skikten.	Visar fuktkvot före och efter vattenbelastning. På bilderna är det stora springor mellan bräder och i alla skikt, vilket kan vara en förklaring till att vatten tränger ner i flera skikt.
Manufactured structural timber building materials and their durability	Singh Page Simpson	2019	Försök visar att CLT är känslig för röta och impregnering kan motverka röta. Fortsatt forskning krävs för att studera vatteninträning under bygg och bruksskedet.	Studien omfattar framförallt rötbenägenhet.
KL-trähandbok	Gustavsson, A	2017	Fakta och projektering för KL-träkonstruktioner. Omfattar det mesta. Beskriver att KL-trä ska skyddas mot fukt och hur fukt ska mätas och att kontroll av fuktpåverkan och mögelangrepp ska kontrolleras och åtgärdas.	Handbok som även beaktar fukt.
CLT Handbook (Kap 10) Building enclosure design for crosslaminated timber construction'	Glass Wang Easley Finch  (edited) Karacabeyli Douglas	2013	CLT måste skyddas från vatten under transport, lagring och byggnation (Kap 10, s10) I sektion 4 ges rekommendationer för fuktsäkerhet bl.a. viktigt att förebygga uppfuktning, använd väderskydd, använd väggkonstruktioner med stomskydd och sekundär tätning etc. Mögelpåväxt kan uppkomma på ytor och är relaterade till relativ fuktighet på ytor eller i omgivande klimat.	Knappt något om mögelrisk vid nederbörd under byggskedet. I övrigt Handbok som beaktar fukt.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
Hygrothermal performance of cross-laminated timber wall assemblies with built-in moisture: field measurements and simulations	McClung Ge Straube Wang	2013	Praktiska fältförsök och simuleringar av ytterväggar. Uppfuktning av CLT-element till minst 30 % FK och därefter inbyggnad i yttervägg.	Inga mikrobiologiska analyser eller utvärdering av mikroorganismer har gjorts.
Hygrothermal performance of cross-laminated timber wall assemblies: A stochastic approach	Wang Ge	2016	Probabilistiska simuleringar av ytterväggar	Omfattar inte byggskedet.
Impact of cracks to the hygrothermal properties of CLT water vapour resistance and air permeability	Kukk Horta Pussa Luciani Kallakas Kalamees Kers	2017	Beskrivning av springbredd beroende på fuktkvotsändring. Luftflöde genom springor. Fuktkvotskillnader på 2 % enheter ger springor i mellan bräder i CLT.	Studie om luftläckage beroende på fuktkvot och springbredd.
Monitoring building climate and timber moisture gradient in large-span timber structures	Dietsch Gamper Merk Winter	2015	Studerat krympning och svällning. Kunskap om lämplig fuktkvot för att minska sprickbildning.	
Cross-Laminated Timber: Status and Research Needs in Europe	Espinoza Trujillo Mallo Buehlmann	2015	Webbaserad enkätundersökning om kunskapsläget i Europa., 93 personer i CLT nätverk. Mer forskning behövs om bl.a. hållfasthet, anslutningspunkter och fuktegenskaper samt marknadsfrågor. Flera av de intervjuade personerna tror att samhället har en viss oro för brand, nedbrytning, insektsangrepp.	Pekar på behov av mer forskning.
Moisture Response of Wall Assemblies of Cross-Laminated Timber Construction in Cold Canadian Climates	Lepage	2012	Försök med vattenuppsugning i CLT och även med gran från Europa. Kalibrering av Wufi med mätdata. Simulering av några väggkonstruktioner.	Mögelpåväxt har inte studerats annat än en hänvisning till en referens som anger att temperatur under 10 °C och under 80 % RF utgör ingen risk för påväxt.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
High-Rise Wood Building Enclosures	Finch	2016	Fältobservationer under byggnation av höga träbyggnader av LSL, NLT. Försök med takpapp som väderskydd men visade sig svårt att få det helt tätt med inläckage som följd.	Erfarenheter från Nordamerika som visar svårigheter med att undvika uppfuktning utan heltäckande väderskydd.
A case study on construction of CLT building without preliminary roof	Liisma Kalamees Kuus Kukk	2019	Fältmätningar och småskaliga försök där CLT utsattes för verkligt regn. Ingen synlig påväxt.	Det verkar inte ha gjorts någon mikrobiologisk analys varför oklart om påväxt uppkommit.
Moisture safety of wooden buildings – design, construction and operation	Mjörnell Olsson	2019	Guide utifrån resultat och erfarenheter från två nationella forskningsprojekt om träbyggande.	Forskningsresultaten är baserad på mikrobiologiska analyser. Guiden ger tydliga rekommendationer när det gäller fukt och mögel.
Cross laminated timber properties including effects of non-glued edges and additional cracks	Nairn	2017	Det finns springor mellan bräder i CLT eftersom vanligt att kanten inte är limmade mellan bräder. Dessutom uppkommer ytterligare sprickor på grund av klimatvariationer. Visar beräkningsmodeller för hållfasthet etc och värme och fuktrörelser.	
On the anchoring of timber walls to foundations: available strategies to prevent wood deterioration and on-site installation problems	Scotta et al	2018	För att undvika fuktskador på n.k. vägg i första våningen. Visar en lösning en mer fukttålig syll av aluminium så att väggen hamnar 60 mm ovanför betongplattan.	Reparera skador
Cross Laminated Timber vs. timber frame walls in water damage – comparing drying and mould growth	Nore Mattsson Sand	2014	CLT element (två parallella element med mineralullsisolering i mellan. Väggelement av träreglar, mineralullsisolering och gips. Resultat visar att	Oklart hur vattnet påfördes. Oklart exakt var proverna togs för mikrobiologisk analys.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
			RF sjönk relativt snabbt i CLT men inte för träregelvägg. Det uppkom sparsam påväxt på CLT och riklig påväxt på gips och träyta mot gips för regelvägg.	
En studie av fuktinnehåll i massivträ : oppfuknings- og uttørkingsprosessen	Srisgantharajah, Jakoban Ullah Samee	2015	Laboratorieförsök där CLT provbitar utsattes för vatten med spordlösning i 1, 3 och 7 dagar dels på vägg och golvslutning och dels separata materialbitar. Det uppkom ingen nämnvärd skillnad i viktökning mellan 1, 3 och 7 dagar.  Ingen synlig påväxt uppkom.	CLT låg med ytan nedåt i vattenbadet (viss avvikelse mot stående vatten på bjälklag). Analysmetod för mikrobiologisk påväxt saknas. Verkar som den mikrobiologiska bedömningen har gjorts visuellt med blotta ögat varför oklart om påväxt uppkom.
MOISTURE MONITORING AND MODELING OF MASS TIMBER BUILDING SYSTEMS	Kordziel Glass Pei Zelinka Tabares-Velasco	2018	CLT bjälklag med överbyggnad. Mätningar av fuktkvot i fält och vid försök i labb. Samt jämförelse med beräkning.	Inga uppgifter om mikrobiologisk analys.
MOISTURE UPTAKE TESTING FOR CLT FLOOR PANELS IN A TALL WOOD BUILDING IN VANCOUVER	Lepage Higgins Finch	2017	Småskaliga fältförsök med provbitar/provföremål på en byggarbetsplats. Försöka med olika förseglingar på ytan. Fuktmetningar i de olika skikten. Fuktberäkningar och mögelsimuleringar.	Inga mögelanalysermen istället gjordes bedömningar med blotta ögat. Däremot utfördes simuleringar som visar på mögelpåväxt. Verkar som flera förseglingar hade en skyddande effekt men vid sprickor och springor mm kunde vatten tränga ner varför det ändå inte bedömdes fungera.
STRUCTURAL HEALTH MONITORING OF AN INNOVATIVE TIMBER BUILDING	Leyder Chatzi Frangi	2015	Fältsmätningar av CLT bjälklag. Väderskydd användes. Mätningar visar på låga fuktvärden.	Verkar vara ett gott exempel på väderskyddat byggande.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
MOISTURE PERFORMANCE AND VERTICAL MOVEMENT MONITORING OF PREFABRICATED CROSS LAMINATE TIMBER – FEATURED CASE STUDY: UBC TALLWOOD HOUSE	Mustapha Khondoker Higgins	2015	Fältmätningar bl.a. av fukt i CLT bjälklag från leverantör, transport och byggtid. Mätningar visar på höga FK i översta skiktet och relativt låga i de övriga skikten. CLT skyddades med rethane resin sealer (baserad på polyuretan), Miralite, och vaxning av hål och ändträ på bygglplatsen. Innan CLT skyddades så utsattes det för regn under en kort tid. Uttorkningen påverkades inte av regnbelastning efter att den var skyddad med beläggning.	Inga mikrobiologiska analyser gjordes.
DURABILITY OF MASS TIMBER STRUCTURES: A REVIEW OF THE BIOLOGICAL RISKS	Wang Stirling Morris Taylor Lloyd Kirker Lebow Mankowski Barnes Morrell	2018	Biologiska risker samt möjliga metoder för att begränsa problem. Fortsatt forskning behövs där det saknas uppgifter om lösningar, egenskaper och verifierad dokumentation.	Förutom heltäckande väderskydd så verkar det inte finnas någon pålitlig metod med avseende på fuktsäkerhet.
WETTING AND DRYING PERFORMANCE OF WOOD-BASED ASSEMBLIES RELATED TO ON-SITE MOISTURE MANAGEMENT	Wang	2017	Två veckors uppfuktning (regn 1 ggr varje timme under 5 sekunder) av CLT bjälklag i labb. Fuktkvoten hamnade på ungefär 25 %. Därefter applicerades ett tätskikt. Någon nämnvärd uttorkning kunde inte ses neråt eftersom CLT är relativt ångtät i sig. Dessutom gjordes slumpmässiga fältmätningar av CLT bjälklag, mätning gjordes på 5 mm djup efter verkligt regn. Fuktkvoterna var omkring 15 % FK.	Oklart om det påförda regnet (1 ggr/h) skapade rinnande vatten eller om det hann torka mellan skurarna?  Antar att mätningarna på 5 mm djup är gjorda i brädorna och inte i springan mellan brädor. Springan mellan brädor kan vara ju vara en mer kritisk punkt.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
Moisture monitoring throughout the construction and occupancy of mass timber buildings	Zelinka, Kordziel, Pei, Glass, Tabares-Velaco	2018	Fältmätningar, sensorerna placeras ovanpå bjälklaget vilket ledde till att de blev förstörda eller att vatten kunna tränga ner i bjälklaget via elektroderna.	Bristfällig mätmetod.
EN 16351:2015			Massivträ för byggsystem-Krav	Varken provningsmetoder eller krav när det gäller egenskapen kritiskt fukt-tillstånd med avseende på mögelpåväxt eller egenskapen kapillärlösning av vatten.
Production and Technology of Cross Laminated Timber (CLT): A state-of-the-art Report	Brandner, R.	2013	Översiktligt om produktprocesser, standardisering av CLT. Det finns behov av utveckling och mer kunskap.	Inget om fukt och mögelpåväxt förutom att det påpekas att trä är känslig för fukt.
Fukt i trä för byggin-dustrin	Esping Salin Brander	2005	Handbok om fukt i virke, mät- och kontrollmetoder mm.	Handboken pekar på att trä (virke) är fukt-känsligt och trä måste skyddas från förhöjd fuktighet under hela byggprocessen.
Preliminary Characterization of Physical Properties of Cross-Laminated-Timber (CLT) Panels for Hygrothermal Modelling	Alsayegh, G., Mukhopadhyaya, P	2013	Studerat fuktegenskaper hos CLT	
Construction with Cross-Laminated Timber in Multi-Storey Buildings Focus on Building Physical Guidelines	Matzinger, I. Teibinger, I.	2013	Rekommendationer med fokus på byggnadsfysik. Översiktlig fuktteori (ytterst lite) men inget om fuktegenskaper KL-trä. Det visas exempel på hur nederkant av vägg ska skyddas mot vatten på betongplattan (genom att skapa en platå av icke fuktkänsligt material) eller använda impregnerat trä.	Ytterst lite om fukt. De ger ett förslag på att använda impregnerat trä. De nämner inte att impregnerat trä kan mögla varför det är olämpligt att använda i klimatskalet.

Rubrik	Författare	År	Abstract	Kommentarer m.a.p. fukt och mögel
Building with CLT PANELS Durability Considerations	Thivierge, C.	2012	Översiktlig beskrivning av fuktkällor i samband med byggnation och avsaknad av erfarenheter i Nordamerika. KL-trä blir blöt under byggnation vilket är ett problem med avseende på hållbarhet. I Europa används väderskydd men inte i Nordamerika. Stort behov av forskning inom området.	Springor uppkommer mellan brädor pga uttorkning och uppfuktning och uttorkning.
Moisture risks with CLT-panels subjected to outdoor climate during construction-focus on mould and wetting processes	Öberg Wiege	2018	Fuktberäkningar och mögelsimuleringar. Beräkningsresultat har jämförts med verkliga fältmätningar av provbitar i Västsverige. Simuleringar visar att KL-trä klarar begränsat med regn utan att påväxt uppkommer. Studien pekar på att data på kapillär uppsugning hos KL-trä saknas (med limskikt). Redovisar mätningar från provuppställning utomhus i Västsverige.	Den teoretiska studien omfattar inte vattenbelastning i springor, anslutningar mm där vatten kan ackumuleras eller där uttorkning begränsas. Mikrobiologiska analyser saknas.
Syllar	Olsson Mjörnell	2012		Visar att kortvarigt vattenutsatta syllar angrips av mögel. Därför bör det skapas en nivåskillnad mellan golvytan och anslutande väggar.
KL-trä som stommaterial	Dimstrand Jansson	2018	Observationer från ett byggprojekt med KL-trä utan heltäckande väderskydd. Laboratorieförsök av kapillär uppsugning i KL-trä och fuktkvotsmätning. Dessutom intervjuer med några personer.	Inga mikrobiologiska analyser verkar ha gjorts. Dock påtalas risker med ytor där fukt inte kan torka ut omedelbart. Synlig påväxt konstaterades på ett väggelement som också hade blivit smutsigt.

<b>Rubrik</b>	<b>Författare</b>	<b>År</b>	<b>Abstract</b>	<b>Kommentarer m.a.p. fukt och mögel</b>
Water and Moisture in CLT	Gamboa, A, G.	2017	Laboratoriestudie av vattenuppsugningstest och uttorkning hos KL-trä. Utvärdering med CT-scanner. Ingen fukttransport skedde genom limskiktet.	Limmet verkar vara kapillärbrytande.
Effects of water and moisture in CLT and how to dry it	Gamboa, A, G.	2018	Laboratoriestudie av vattenuppsugningstest och uttorkning hos KL-trä med och utan ytskydd. Utvärdering med CT-scanner.	Inga mikrobiologiska analyser verkar ha gjorts.



## BILAGA 2

### Samtliga frågor och intervju svar

<p><b>Fråga 1. Roll/befattning idag (ansvarig, arbetschef, platschef, projektchef, konsult etc.</b> <b>Svar person A:</b> <i>Konstruktör</i> <b>Svar person B:</b> <i>Projekteringsledare</i> <b>Svar person C:</b> <i>Projektansvarig och projekteringsledare.</i> <b>Svar person D:</b> <i>Produktionschef</i> <b>Svar person E:</b> <i>Platschef</i> <b>Svar person F:</b> <i>Platschef</i> <b>Svar person G:</b> <i>Fuktkonsult</i></p>
<p><b>Fråga 2. Hur länge har du jobbat i branschen totalt och med KLT (avser helt eller delvis träbyggande)?</b> <b>Svar person A:</b> <i>4 år.</i> <b>Svar person B:</b> <i>Ca 30 år i branschen, 5 år med KLT.</i> <b>Svar person C:</b> <i>3,5 år med KLT.</i> <b>Svar person D:</b> <i>40 år i branschen, 3 år med KLT.</i> <b>Svar person E:</b> <i>8 år och 1 år med KLT.</i> <b>Svar person F:</b> <i>26 år och 1 år med KLT</i> <b>Svar person G:</b> <i>ca 5 år med KLT</i></p>
<p><b>Fråga 3. Hur många projekt med KLT (bjlkl, ytterväggar, innerväggar, pelare, tak/terrass) har du varit med och byggt? Har du erfarenhet av att bygga med KLT utan väderskydd?</b> <b>Svar person A:</b> <i>10 st, ja</i> <b>Svar person B:</b> <i>2 st, ja båda.</i> <b>Svar person C:</b> <i>4 st, ja</i> <b>Svar person D:</b> <i>1 st, ja</i> <b>Svar person E:</b> <i>1 st, ja</i> <b>Svar person F:</b> <i>1 st, ja</i> <b>Svar person G:</b> <i>8 st utan väderskydd</i></p>
<p><b>Fråga 4. Känner du till några rekommendationer eller guidelines hur mycket nederbörd och hur ofta med nederbörd som KLT klarar eller inte klarar med avseende på mikrobiell påväxt och problem? Vem har utfärdat dessa rekommendationer?</b> <b>Svar person A:</b> <i>Nej sunt förnuft, få bort vattnet så fort som möjligt.</i> <b>Svar person B:</b> <i>Nej, vi har hjälp av en fuktkonsult.</i> <b>Svar person C:</b> <i>Nej</i> <b>Svar person D:</b> <i>Enligt leverantören behövs inget väderskydd eftersom bara ytan skadas och kan slipas ren.</i> <b>Svar person E:</b> <i>Nej, men istället egna riktlinjer såsom att bjälklag inte får stå utsatt för regn/vatten i mer än 7 dagar.</i> <b>Svar person F:</b> <i>Nej, men vi intervjuade Per Karnehed och fuktsakkunniga. Leverantören av KLT hade ingen information. Vi fick information av forskare som pekade på att ytor som utsätts för nederbörd kommer att få mikrobiell påväxt, framförallt vid skarvar, springor, håligheter, materialskarvar och materialanslutningar, och andra ytor där snabb uttorkning inte kan ske. Vi gjorde lite förtester innan start.</i> <b>Svar person G:</b> <i>Inget jag kan precisera. Däremot har det byggts på liknande sätt av andra samt att det finns allmänt om fukt och mögel i litteraturen.</i></p>

**Fråga 5. Anser du att det blir skillnad i projektkostnad med och utan väderskydd, och hur mycket?**

**Svar person A:** Ja, svårt att uppskatta kostnad. Vid byggnation av flervåningshus med väderskydd kommer lyfttiden per element öka en hel del. Detta skulle uppskattningsvis öka montagekostnaden med 3-4 gånger.

**Svar person B:** Ja, väldigt kostsamt med väderskydd i stora byggprojekt, exempelvis sporthallar.

**Svar person C:** Ja, det blir avsevärd skillnad. Det är svårt att säga, grov uppskattning 2000 kr/m<sup>2</sup> till 5000 kr/m<sup>2</sup> beroende på byggnadens geometri etc.

**Svar person D:** Nej, ingen skillnad eftersom det medför så mycket extrakostnader utan väderskydd.

**Svar person E:** Ja, ungefär 2,5 miljoner per huskropp/punkthus.

**Svar person F:** Ja, stor skillnad för stora byggprojekt. Exempelvis skulle väderskyddet dels kosta ungefär 14 miljoner dels öka byggtiden med 2 månader för resning av väderskydd. Dessutom skulle det försvåra stomresning vilket skulle förlänga byggtiden ytterligare.

**Svar person G:** Ja, stor skillnad, uppskattningsvis 1 miljon är vanligt i större projekt.

**Fråga 6. Kalkylerar ni med några extra kostnader när det gäller utan väderskydd som gör att skillnaden minskar etc?**

**Svar person A:** Ja, skydda ändträ genom försegling och det kan köpas till inför leverans, ex av ytterkanter och urtag. Extra tid för tejning av skarvar och ändträ.

**Svar person B:** Fuktkonsulters kostnader, kostnader för isblästring mm. Dock fortfarande ringa kostnader, grov gissning att dessa kostnader uppgår till max 20 % av väderskydd.

**Svar person C:** Viss hänsyn, men vi tar ej med extra kostnader som en post utan istället ett generellt påslag utifrån tidigare erfarenheter av denna typ av byggprojekt vilket inkluderar andra frågor också.

**Svar person D:** Vi fick göra mer än vad vi hade trott.

**Svar person E:** Ja, Vi har med resurser för att ta bort vatten på bjälklag, tillfälliga väderskydd etc. Vi uppskattar det till ungefär en halv miljon per huskropp/punkthus.

**Svar person F:** Vi har budgeterat med ungefär 2 miljoner för tejning av skarvar, sanering genom slipning av ungefär 8000kvm. Det ser ut att räcka.

**Svar person G:** Jag har inte sett någon kalkylerar med det.

**Fråga 7. Har det gjorts en fuktsäkerhetsprojektering i projekten?**

**Svar person A:** Ja, vid flera projekt.

**Svar person B:** Ja

**Svar person C:** Ja, vi försöker undvika att vatten blir stående i ursparingar och håligheter etc. Vet ej om Bygga F har tillämpats på byggplatserna.

**Svar person D:** Ja

**Svar person E:** Ja

**Svar person F:** Ja

**Svar person G:** Ja

**Fråga 8. Har det varit med en diplomerad fuktsakkunnig person i projekten?**

**Svar person A:** Ja, i några fall.

**Svar person B:** Ja

**Svar person C:** Ja (Personen finns med på Fuktcentrums lista över diplomerade fuktsakkunniga)

**Svar person D:** Ja (Personen finns inte med på Fuktcentrums lista över diplomerad fuktsakkunnig)

**Svar person E:** Ja

**Svar person F:** Ja

**Svar person G:** Ja

**Fråga 9. Har det gjorts fuktronder och hur ofta?**

**Svar person A:** Ja, det görs. Fuktronder sker oftast veckovis på våra byggen. Före inbyggnad görs alltid en fuktrond.

**Svar person B:** Ja, en gång i veckan när stommen byggdes.

**Svar person C:** Inga särskilda fuktronder men däremot allmänna ronder som platschefen går.

**Svar person D:** Ja, varje vecka.

**Svar person E:** Ja, varannan vecka

**Svar person F:** Ja, var 2-4:e vecka

**Svar person G:** Ja, beroende på projektstorlek, 4-5 ggr vid kritiska delar i projekt.

**Fråga 10. Hur har ni lagrat material på byggplatsen?**

**Svar person A:** I många större projekt så brukar material/KLT element få stå kvar på trailers med skydd. Och i mindre projekt under presenningar.

**Svar person B:** KLT har kommit på lastbil och monterades direkt. Dock har planeringen varit fel från leverantör/entreprenör och material har lagrats på byggplats av leverantören. Det har använts presenningar förutom emballageplast. Dockar har presenningar blåst av och plast gått sönder.

**Svar person C:** Just in time, lagras i tält i närheten och leverans efter avrop. På byggplats ligger träelementen plastade tillfälligt.

**Svar person D:** Nej, några få dagar bara. Vidare har vi haft ett logistikcenter utomhus där inplastat material lagrats.

**Svar person E:** Vi tillämpar Just in time. Materialen kan ligga som mest en vecka i täckta paket.

**Svar person F:** Nej, just in time.

**Svar person G:** Mellanlager på hårdgjorda ytor. Vanligt att transportskydd är kvar. Tillfälligt tak med OSB och presenningar över materiallager för prefabväggar.

**Fråga 11. Hur håller ni bjälklagen rena från smuts från exempelvis smutsiga skor?**

**Svar person A:** I många fall används entrémattor. Svårt att förhindra att det dras med smuts från skor.

**Svar person B:** Nej inget speciellt eftersom bjälklagen ska beläggas med ytskikt.

**Svar person C:** Inga särskilda principer.

**Svar person D:** Vi använder ett s.k. förlorat tätskikt på hela bjälklagen och det klistras längs ändar och i skarvar som golvskydd etc. , det är en vanlig takpapp.

**Svar person E:** Fiberduk, Skrapmattor, avtorkningsmattor, gång bryggor, eventuellt inneskor om det inte funkar.

**Svar person F:** Vi asfalterade gården samt använde mattor för att dra av skorna. Dock var det svårt att undvika smuts ändå

**Svar person G:** Jag har inte sett smuts under transport och lagring. Ja det blir smutsigt om det inte finns uppfång vid ingång till byggnaden/bjälklagen. Vanligt att man går in med smutsiga skor ifall det inte finns raster vid entrén eller en ren yta eller gångbryggor vid entrén.

**Fråga 12. Har du upplevt några problem och skador i samband med nederbörd?**

**Svar från person A:** I Något fall har man fått slipa av ytor ex vid ändträ. Även smuts och vatten från skor har skapat lokalt problem i något fall.

**Svar person B:** Påväxt har uppkommit på vissa ställen dels pga av dålig lagring men även på ställen som varit monterad. De mest utsatta delarna har varit n.k. pelare och väggar trots att det funnits distanser. Uppsugning av vatten vid bjälklagsskarvar med ändträ. Bjälklagen monterades under den torra sommaren 2018.

**Svar person C:** Vattenringar, fuktmarkeringar, endast ett visuellt problem och därför monterar vi tunna skivor med träimitation över dessa ytor som beklädnad.

**Svar person D:** Ja, rinnmärken på väggar och överallt. Brandskyddet blev skadat när det rann in vatten vilket gjorde att vi fick skrapa bort brandskyddet och spruta om. Brandskyddet är känsligt mot vatten och förhöjd RF. Det är svårt att få det alldeles tätt med förlorat tätskikt. Det bildades fläckar under tätskiktet på bjälklagen. Ytorna slipades överallt som en extra säkerhet för att slippa vara orolig.

**Svar person E:** Nej

**Svar person F:** Missfärgning på bjälklag på grund av smutsigt vatten från nederbörd samt järnoxid från armeringsjärn och svetsning. Det blev mögelpåväxt på ytor. Vatten rann nedåt genom flera våningar trots tejping

**Svar person G:** Ja, vid varmt väder och när vatten blivit stående så har det uppkommit svarta prickar. Vid elementskarvar i KLT så är det vanligt att det blir påväxt och på skarvremsor av plywood uppkommer det snabbare.

**Fråga 13. Vilka typer av problem har du erfarenhet av? Finns det andra problem eller skador som du tror kan uppstå?**

**Svar person A:** Om man inte skyddar ändträytor. Om man inte låter fukten torka innan inbyggnad vilket ger risk för mikrobiell påväxt.

**Svar person B:** Vintertid, ingen tar snön på allvar och när det tinar uppkommer mycket vatten. Leverantören borde ha haft bättre planering. En takstol blåste ner ev. på grund av att den var lätt samtidigt som den inte var fullt förankrad.

**Svar person C:** Damm från grus vid installation (grus installeras som tyngd på bjälklagen för ljud etc. Montageskarvar med försänkning är ett problem och vattenansamling uppkommer och träet blir som en svamp genomblöt, även anslutningar kan bli ett problem eftersom det suger upp vatten därför brukar vi beställa förseglade kanter.

**Svar person D:** Svarta mögelfläckar på golv som måste tas bort.

**Svar person E:** Inga direkta erfarenheter av problem. Inget jag känner till etc.

**Svar person F:** Nej inga särskilda problem. Byggtekniskt känns det osäkert med terrasser där stommen består av KLT.

**Svar person G:** Problem om två väggar placeras nära eller mot varandra. Risk för att fukt blir kvar och svårt att torka och kontrollera om det blivit problem. Svårt eller omöjligt att sanera också.

**Fråga 14. Hur undviker ni att det ska bli problem i samband med nederbörd, särskilda lösningar?**

**Svar person A:** Ändträ skyddas, tejpning eller "pårollad" behandling. Väl genomgången fuktsäkerhetsprojektering och att personal är kunnig. Viktigt att få en tät stomme så fort som möjligt. Våt-dammsugning är en lösning som används om vatten blir stående på ytor.

**Svar person B:** Tejpning av skarvar. Undvika lagring på byggplats. Hitta sätt att undvika oåtkomliga ytor. Utländska leverantörer erbjuder vaxat ändträ (vi har fått offert på vaxade produkter).

**Svar person C:** Vi skrapar/rakar av ytorna om det regnar, dammsuger av också, leder ihop vatten med presenningar och försöka förhindra att det inte rinner nedåt till underliggande våningar, viktigt att få bort vatten. Inget material tål vatten!

**Svar person D:** Förlorat tätskikt som sagt. Jag föreslår ett riktigt väderskydd över hela byggnaden! Framförallt om du ska ha synliga väggar och tak etc. Annars blir det fula märken på väggar o tak. Det bildas inte mögel på tak och väggar utan bara på bjälklag. Vi mätte fukt och temperatur kontinuerligt.

**Svar person E:** Slipa av synliga ytor, begränsa exponering av nederbörd till max 7 dagar, tejpning av skarvar, presenningar ifall avbrott (i minst en vecka). Täckning av horisontellt ändträ, täckning av ovankant fönster vid fönstermontage.

**Svar person F:** Tejpning av springor och skarvar. Det gjordes försök att skapa luftövertryck med fläkt i elementskarvar för att undvika vattenläckage men det fungerade inte.

**Svar person G:** Tejpa o täta alla vertikala och horisontella skarvar. Tillämpa betongklack längst ner på 10 cm mot betong, för att ställa alla ytter- och innerväggar på. Komplettera med en vattenutledning/fuktskydd vid golv-ytterväggsanslutning av bitumenmatta.

**Fråga 15. Har du hört talas om kritiskt fukttillstånd i BBR? I så fall vilket värde används för KLT?**

**Svar person A:** Ja men inte för KL-trä, vi använder 17-18 % FK som riktvärde vid inbyggnad.

**Svar person B:** Ja, gräns för påväxt och när material måste kasseras. Vi tillämpar 15-16 % fuktkvot vid inbyggnad.

**Svar person C:** Inte hört vokabuläret, gissar på att det inte får utsättas för mer än det tål. Det är skillnad mellan trä och trä. KLT tål mer vatten eftersom det tar lång tid för det att bli fuktigt i kärnan/i mitten av materialet eftersom massivt. Problemet med fuktigt trä är exempelvis putsade fasader där fukten har svårt att torka ut. Även syllar blir genomblöta relativt snabbt.

**Svar person D:** Ja, vid den fuktighet då mögel bildas, motsvarar ungefär 17-18 % Fuktkvot. I vårt projekt hade KL-trä en fuktkvot vid leverans av 10-12 % . KL trä torkar ut väldigt fort om det utsätts

för lite nederbörd. Däremot är brandskydd mycket fuktkänsligt (kritiskt fukttillstånd av 55 % RF) och risk för att brandskyddet missfärgas.

**Svar person E:** Ja, kan ej precisera. Vi tillämpar 18 % FK, vi har lägre krav på 15 % vid inbyggnad.

**Svar person F:** Ja, över 18 % FK. Vi har 16 % FK som mål för KLT.

**Svar person G:** Ja, 75 % RF beroende på temperatur.

**Fråga 16. Kan mögelpåväxt på virke/trämateriel vara ett problem och när i så fall?**

**Svar person A:** Vid inbyggnad eller ja överhuvudtaget.

**Svar person B:** Ja, hela tiden, all påväxt måste tas bort eller att material byts ut.

**Svar person C:** Det kan vara problem, jag har sett fläckvis med vattenmarkeringar och mögelpåväxt i projekten. Jag har aldrig sett påväxt på insidan av stommarna. Utvändigt påväxt, synligt särskilt vid balkonger. Utvändiga detaljer är känsligare eftersom de utsätts mer för nederbörd. Utvändiga pelare etc är ställen där det kan bli problem.

**Svar person D:** Ja, när det ska läggas ytskikt eftersom skadorna inte ska stängas in.

**Svar person E:** Ja och behöver åtgärdas så fort det uppstår.

**Svar person F:** Ja, ett jättebekymmer. Vi kan inte bygga igen innan sanering.

**Svar person G:** Om det byggs in så är det ett problem. Om man inte ser ytan med blotta ögat för att kunna sanera.

**Fråga 17. Gör BBR skillnad mellan synlig och osynlig påväxt?**

**Svar person A:** Nej, ingen skillnad, får inte finnas någon påväxt.

**Svar person B:** Nej, tror inte det.

**Svar person C:** Nej tror inte det.

**Svar person D:** Nej, det tror jag inte.

**Svar person E:** Nej, borde inte göra någon skillnad.

**Svar person F:** Vet ej, borde inte vara någon skillnad.

**Svar person G:** Nej, hälften av all påväxt syns inte.

**Fråga 18. När är mögelpåväxt ett problem?**

**Svar person A:** Alltid ett bekymmer.

**Svar person B:** Hela tiden, lokalisera påväxten och ta bort, om det finns oåtkomliga ytor.

**Svar person C:** Invändig påväxt och påverkar då inomhusluften. Inget problem när det är på fasadytan enligt BBR, eventuellt ett problem om det finns inuti väggen. Oklart om det är ett problem på utsidan av KLT stommen?

**Svar person D:** Alltid ett problem.

**Svar person E:** Problem när det uppstår, vi vill inte ha någon påväxt.

**Svar person F:** Där det blir mögelpåväxt och igenbyggnad kan inte ske förrän det är sanerat. Sanering av mögelpåväxt är ett arbetsmiljöproblem i lokalerna. Andningsskydd behöver användas i lokalerna vid slipning på grund av damm. Sanering kan förskjuta tidplanen och i vårt fall har byggtiden förlängts med 1 månad.

**Svar person G:** När någon mår dåligt av det. Mögelpåväxt kan vara ett problem även om ingen mår dåligt. Min uppfattning är att man ska syna av ytor som varit blöta och finns mindre, synliga tecken av påväxt kan ytan slipas eller sprayas med teknisk sprit. Är det riklig påväxt ska ytan slipas och sedan spritas. Då kan även prover skickas till labb för att säkerställa att ytan är ren.

Allt virke behöver inte vara perfekt. Bara det är torrt, under 15 % fuktkvot så att ingen mikrobiologisk aktivitet kan fortgå.

**Fråga 19. Är mögelpåväxt alltid synligt?**

**Svar person A:** Nej

**Svar person B:** Nej

**Svar person C:** Jag kan inte svara på frågan. Du får fråga mögeexperter om det. Vi utgår ifrån det vi ser med blotta ögat såsom exempelvis svarta prickar eller att det blivit grönt på ytan. Vi håller konstruktion öppen för att den ska kunna torka.

**Svar person D:** Nej

**Svar person E:** Nej

<p>Svar person F: <i>Nej</i> Svar person G: <i>Nej</i></p>
<p><b>Fråga 20. Har ni låtit analyser ytor som varit blöta med avseende på mikrobiell påväxt?</b> Svar person A: <i>Ja</i> Svar person B: <i>Ja</i> Svar person C: <i>Nej, tror inte det.</i> Svar person D: <i>Nej, istället slipade vi alla golv.</i> Svar person E: <i>Inte än men vi ska låta göra det.</i> Svar person F: <i>Ja</i> Svar person G: <i>Ja, topsat och tagit prover för mikrobiologisk analys.</i></p>
<p><b>Fråga 21. Skulle du vidta några åtgärder om det visar sig att KLT fått mögelpåväxt på de ytor som blivit blöta någon gång?</b> Svar person A: <i>Absolut</i> Svar person B: <i>Ja</i> Svar person C: <i>Vidta alltid åtgärder om påväxt. Vi låter slipa bort det.</i> Svar person D: <i>Ja</i> Svar person E: <i>Ja</i> Svar person F: <i>Ja</i> Svar person G: <i>Nej, eventuell behandla med teknisk sprit.</i></p>
<p><b>Fråga 22. Var går gränsen anser du (omfattning etc) för när man måste sanera mögel?</b> Svar person A: <i>Om påväxt finns och byggnaden ska användas för människor.</i> Svar person B: <i>Jag uppfattar att all påväxt ska åtgärdas.</i> Svar person C: <i>När vi ser synliga ytor med påväxt så tar vi bort det. Ser vi inget så gör vi inget. Jag önskar att vår personal utbildas inom dessa frågor.</i> Svar person D: <i>Så fort man få synlig svart påväxt.</i> Svar person E: <i>Vi tar hjälp av analyser som får avgöra om sanering krävs.</i> Svar person F: <i>Om analyser visar på viss grad av påväxt. Vi följer rekommendationer från fuktkonsult och analyslabb. Vi tog beslut att sanera alla ytor.</i> Svar person G: <i>Om det finns synlig påväxt eller om det finns etablerad mögelpåväxt.</i></p>
<p><b>Fråga 23. Vilka erfarenheter/kunskap/kännedom har du om effekter av saneringsmetoder?</b> Svar person A: <i>Inte mycket, men slipning har gjorts i våra projekt och visat sig fungera och bekräftat med provtagning före och efter slipning.</i> Svar person B: <i>Isblästring är en effektiv metod (vanligaste sättet ca 60 % i projekten), utbyte av material, slipning eller hyvling. Tvättat med boracol (liten del i projektet) vet ej om det haft effekt?</i> Svar person C: <i>Känner inte till det i detalj. Förmodligen finns det erfarenhet hos plastledningen. Vi köper in externa konsulter/entreprenörer som vi rådfrågar etc.</i> Svar person D: <i>Ja, slipning tar bort all påväxt.</i> Svar person E: <i>Inga ännu.</i> Svar person F: <i>Slipning funkade.</i> Svar person G: <i>Stora erfarenheter</i></p>
<p><b>Fråga 24. Vilka metoder använder ni vid sanering?</b> Svar person A: <i>Slipning</i> Svar person B: <i>Isblästring är en effektiv metod (vanligaste sättet i ca 60 % av projekten), utbyte av material, slipning eller hyvling. Tvättat med boracol.</i> Svar person C: <i>Ta bort mekaniskt med slipning. Sprutar på medel.</i> Svar person D: <i>Slipning. Exempel som vi inte använt är att spruta med kemikalier, joniserande metod.</i> Svar person E: <i>Inga hittills.</i> Svar person F: <i>Slipning. Isblästring i svåråtkomliga hål (passar för små hål och små ytor). Sågade med cirkelsåg i springor.</i></p>

**Svar person G:** Kolsyreblästring på trä, slipning, byte av virke, behandling med alkohol (teknisk sprit).

**Fråga 25. Hur vet ni att saneringsmetoden fungerar och uppfylls BBR?**

**Svar person A:** Provtagning före och efter för att se att påväxten tagits bort.

**Svar person B:** Fuktkonsulten har återkontrollerat ytor eller att ytterligare åtgärder/sanering vidtagits.

**Svar person C:** Svårt att säga för oss. Vi gör det vi blir rekommenderade av fuktsakkunnig etc. Vi förlitar oss på andras kompetenser som vi köper in.

**Svar person D:** All påväxt tas bort vid slipning enligt fuktsakkunnig.

**Svar person E:** Ingen erfarenhet av sanering.

**Svar person F:** Mått och tagit prover som inte visar någon påväxt.

**Svar person G:** Ta ett prov och kolla att påväxten är död.

**Övriga kommentarer.**

**Svar person A:** Viktigt att KLT skivor är rena från spån, damm etc redan på fabriken innan leverans annars risk för påväxt. Viktigt att det blir så korta exponeringstider som möjligt.

**Svar person B:** Om man bygger stora byggnader, sporthallar, med trä så blir det extremt kostsamt med väderskydd samt att väderskydd är ett hinder för rationellt montage. Tänk efter före vilken årstid det ska byggas och för de olika skedena, t.ex är höst och vinter värst med avseende på dåligt väder. Eventuellt kan vintern vara en bra årstid att resa stommen.

Leverantören borde tänka mer på att utveckla lösningar och inte bara sälja. Hur skyddas materialet ända fram till tätt hus. Leverantören borde utveckla lösningar som finns med redan från fabrik och fungerar som skydd under montage.

**Svar person C:** Limmad konstruktion såsom KLT är bra, ger mindre rörelser. Hur fungerar lim vid brand? Vi behöver vattna gruset för att undvika damm och därefter vänta på torkning (Fiberduk läggs mellan KLT och gruset). När vi utför jobb åt kunder så följer vi deras kravspecifikationer och krav på dokumentation etc. När vi bygger i egen regi så nöjer vi oss med att bygga utifrån våra erfarenheter för att det ska bli på bästa sätt.

**Svar person D:** Vi har sett att andra låter byggena bli blöta med snö osv och sedan tas snön bort med skottning och vatten våtdammsugas. Rekommendation - använd väderskydd enligt Martinsons väderskyddssystem. Byggsättet med KL-trä är lätt, snabbt och smidigt. Om ytterväggar och bjälklag gipsas så är byggsättet fulländat.

**Svar person E:** Det finns osäkerheter vid byggnation med trästomme, osäkert vad som händer. Vi tror inte att vi behöver sanera. Fått indikationer från andra att det ska gå bra att bygga utan väderskydd.

**Svar person F:** Trämateriäl som byggmaterial upplevs lugnt och mjukt.

Utveckla dräneringssystem som leder bort vattnet. Utveckla bättre konstruktionslösningar, skydda känsliga lösningar med dräneringsledning på varje våning. Slipning är ett arbetsmiljöproblem på grund av damm. Slipningen bullrar också vilket var jobbigt enligt arbetarna. Välj inte bort väderskydd om du kan ha det. Dock finns det risker med väderskydd om det blåser, etc. Välj smarta lösningar och fokusera på kritiska delar. Det går att bygga utan väderskydd om det finns en bra plan.

**Svar person G:** Rekommendation: Bygg med KLT och anta att det blir blött samt räkna med att sanering ska utföras. Använd rätt byggteknik så att det går att torka och sanera mm. Detta blir en kostnad som bör läggas till i kalkylen.

## BILAGA 3

### Mät- och analysresultat samt mätplacering för Västsverige Uppmätt fuktkvot och mikrobiologisk analys

Mätplatser beskrivs med förkortningar

- o.s. BJL = Ovsida bjälklag (ytan på det översta KL-träskiktet)  
 springa BJL= Den springa som uppkommer mellan två brädor i det översta KL-träskiktet  
 skarv BJL = Bjälklagsskarv (skarv mellan två KL-träskivor)  
 n.d.vägg = Nederdel av vägg (insida yttervägg eller innervägg)  
 o.d. vägg = Ovandel av vägg (insida yttervägg eller innervägg)  
 kant BJL = Bjälklagskant (livar med utsidan av yttervägg)  
 o.d. YV = Ovandel av yttervägg (utsidan av yttervägg)  
 n.d. YV = Nederdel av yttervägg (utsidan av yttervägg)  
 u.s. BJL= undersida av bjälklag

Tabell 3.1 Sammanställning av uppmätta fuktkvotsvärden (FK) och mikrobiologiska analysresultat (sporer har exkluderats).

Mätpl.	Placering	Datum	Fk						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
1	o.s. BJL	2018-02-22	12	13					Ingen (Emballerad) (Referens)
2a	s.y. Pelare	2018-02-22	19						
2aa	s.y.Pelare	2018-04-16	17						
3	u.s. BJL	2018-02-22	12						Ingen (Referens)
4a	o.s. BJL	2018-02-22	22						Ingen
4aa	o.s. BJL	2018-04-16	15						Ingen
5c	n.d. Pelare	2018-02-22	17						
5cc	n.d. Pelare	2018-04-16	14						
5a	o.s. BJL	2018-02-22	21						(snö)
5b	o.s. BJL	2018-02-22	21						(snö)
6	o.s. BJL	2018-02-22	25						Riklig, blånad (snö)
7a	o.s. BJL	2018-02-22	20						(snö)
7aa	o.s. BJL	2018-04-16	14						
7b	o.s. BJL	2018-02-22	20						(snö)
7bb	o.s. BJL	2018-04-16	14						
8	u.s. BJL	2018-02-22	12						
9a	o.s. BJL	2018-02-22	21						
9aa	o.s. BJL	2018-04-16	14						
10	o.s. BJL	2018-02-22	26						



Mätpr.	Placering	Datum	Fk						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
11	s.y. Pelare	2018-02-22	18						
12	o.s. BJL	2018-02-22	25	15					Ingen
13	s.y. Pelare	2018-02-22	18						
14a	o.d. Pelare	2018-02-22	17						
14aa	o.d. Pelare	2018-04-16	17						
15	u.s. BJL	2018-02-22	19						Sparsam
16a	o.s. BJL	2018-04-16	25						sparsam (blött)
16aa	o.s. BJL	2018-05-08	13						Måttlig
16b	skarv BJL	2018-05-08	13	20		25	25		
16bb	skarv BJL	2018-06-01				22	24		Ingen
16c	springa BJL	2018-06-27	13				23		Måttlig (avvikande lukt)
17	s.y. pelare	2018-04-16	25						Ingen (blött)
18a	o.s. BJL	2018-04-16	25	23					(blött)
18aa	o.s. BJL	2018-05-08	14			18			Ingen
18b	skarv BJL	2018-05-08	14	25		25			
19	i.s. pelare	2018-04-16	17						Ingen
20	o.s. BJL	2018-04-16	17						
21	o.s. BJL under asf. papp	2018-04-16	20						Måttligt med sporer
22	o.s. BJL i hål	2018-04-16	25						(blött)
23a	o.s. BJL	2018-04-16	17						
23b	skarv BJL	2018-05-08		18			20		
23aa	skarv BJL	2018-05-08	14		22		25		
23c	springa BJL	2018-06-01	13	14		21	22		sparsam
23cc	springa BJL	2018-06-27	14				19		Riklig
24a	o.s. BJL	2018-04-16	25						Riklig (blött)
24aa	o.s. BJL	2018-05-08	11		16				Ingen
24c	springa BJL	2018-05-08	11		20				
25	skarv BJL	2018-04-16	14						sparsam
26a	Pelare	2018-04-16	21						
26b	Pelare	2018-04-16	25						(blött)
27a	o.s. BJL	2018-04-16	25						(blött)
27aa	o.s. BJL	2018-05-08		14	15				
27b	skarv BJL	2018-05-08	9		18				
28	o.s. BJL	2018-04-16	17						
29a	o.s. BJL	2018-04-16	25						(blött)
29aa	o.s. BJL	2018-05-08	13			17			
30a	o.s. BJL	2018-04-16	25						(blött)
30aa	o.s. BJL nära skarv	2018-05-08	13		24	25			Sparsam
31a	o.s. BJL	2018-04-16	25						(blött)
31aa	o.s. BJL	2018-05-08	14		18		18		

Mätpr.	Placering	Datum	Fk						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
31b	skarva BJL	2018-05-08	14				25		
31bb	springa BJL	2018-06-01	9			21	25		
32a	o.s. BJL	2018-05-08		18			24		Ingen
32b	skarv BJL	2018-05-08	8				25		
32aa	o.s. BJL	2018-06-01		16	20		21		
32c	springa BJL	2018-06-01	10				25		
33a	skarv BJL	2018-05-08	13	15			16		
33b	skarv BJL	2018-05-08	13				21		
34a	skarv BJL	2018-05-08					21		Ingen
34c	o.s. BJL	2018-06-01		12			15		
34b	springa BJL	2018-06-01		10		23	23		sparsam
35	o.s. BJL	2018-05-08	13						
36a	skarv BJL	2018-05-08	20						
36b	o.s. BJL	2018-05-08	12		16		16		
37a	o.s. BJL	2018-05-08	12	18			16		Ingen
37b	skarv BJL	2018-05-08	12				25		
37c	springa BJL	2018-06-01	12			22	25		Måttlig
38	springa BJL	2018-06-01	11				24		
39	springa BJL	2018-06-01	12				25		
40a	springa BJL	2018-06-27	12		22		25		Riklig
40b	o.s. BJL	2018-06-27	12		14		16		
41	o.s. BJL i hål	2018-06-27						21	Riklig
41	skarv BJL under tejp	2018-06-27	22			25			(unken lukt)
42	o.s. BJL i hål	2018-06-27						25	Riklig (unken lukt)
43	o.s. BJL i hål	2018-06-27						25	(unken lukt)
44	o.s. BJL i hål	2018-06-27						25	(avvikande lukt)
45	o.s. BJL i hål	2018-06-27						16	
46	o.s. BJL i hål	2018-06-27						16	Riklig
47	o.s. BJL i hål	2018-06-27							
48	springa BJL	2018-06-27	14	25			25		Riklig (avvikande lukt)
49	o.s. BJL i hål	2018-06-27	12					16	
50	springa i BJL	2018-06-27	15				25		Riklig
51	o.s. BJL i hål	2018-06-27						20	Sparsam
52	o.s. BJL under plastf	2018-06-27	25						Måttlig
53	o.s. BJL under plastf	2018-06-27	25						Riklig
54	o.s. BJL	2018-06-27	13						
55	o.s. BJL i hål	2018-06-27	15					25	
56	springa BJL	2018-06-27	12	14			19		Riklig

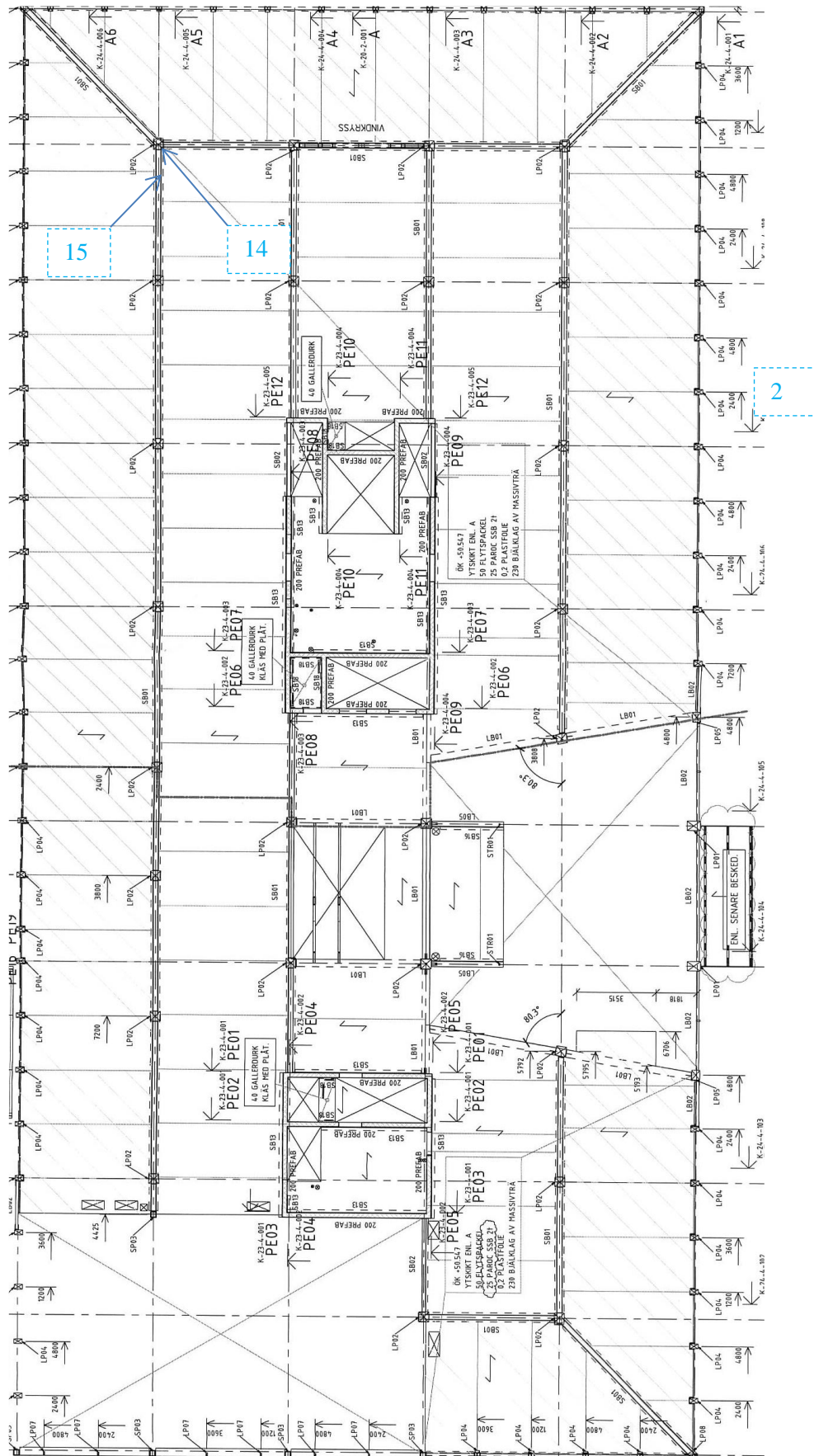
Mätpr.	Placering	Datum	Fk						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
57	n.d. Pelare	2018-06-27	13	14					(rinnmärken)
58	o.s. BJL i hål	2018-06-27	16					25	(unken lukt)
59	o.s. BJL under plastf	2018-06-27						25	
60a	springa BJL	2018-06-27	15						
60b	springa BJL	2018-06-27	15				28		Sparsam
61a	o.s. BJL	2018-09-05	12	13			18		Sparsam
61b	springa BJL	2018-09-05					18		Riklig
61c	o.s. BJL i hål	2018-09-05							Riklig
62a	o.s. BJL	2018-09-05	13						
62b	springa BJL	2018-09-05					22		Riklig
62c	o.s. BJL i hål	2018-09-05						?	Riklig
63a	o.s. BJL	2018-09-05	13						Ingen
63b	springa BJL	2018-09-05	13				18		Sparsam
63c	o.s. BJL i hål	2018-09-05						?	Sparsam
64	o.s. BJL	2018-09-05	17		20		20		
65a	springa BJL	2018-09-05					17		
65b	o.s. BJL	2018-09-05	13						
66a	o.s. BJL	2018-09-05	20		24		25		
67a	o.s. BJL	2018-09-05	13		16		17		
67b	springa BJL	2018-09-05	13				17		
68a	o.s. BJL	2018-09-05	13		14		15		
68b	springa BJL	2018-09-05					14		
69	springa BJL	2018-09-05	12				14		Riklig
70	o.s. BJL i hål	2018-09-05						14	
71	o.s. BJL	2018-09-05	14		15		16		
72	o.s. BJL inder plastf.	2018-09-05	13				15		
73	o.s. BJL i hål	2018-09-05						21	(unken lukt)
74	springa BJL	2018-09-05	13				20		
75	o.s. BJL under plastf.	2018-09-05	11		13		13		Riklig
76a	springa BJL	2018-09-05	12				16		
76b	o.s. BJL	2018-09-05	12						
77	n.d. Pelare	2018-09-05	13	16	17		19		Riklig
78	springa BJL	2018-09-05	13				18		Riklig
79a	o.s. BJL	2018-09-05	12						Riklig
79b	springa BJL	2018-09-05	12				18		Riklig
80	o.s. BJL i hål	2018-09-06						25	(unken lukt)
81	springa BJL	2018-09-06	12				16		
82a	o.s. BJL	2018-09-06	12		17		18		
82b	springa BJL	2018-09-06					16		
82c	o.s. BJL i hål	2018-09-06							

Mätb.	Placering	Datum	Fk						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
83a	o.d. Terrassvägg	2018-09-06	12						
83b	u.s. Terrassvägg	2018-09-06	12						
84	o.s. BJL under terrassvägg	2018-09-06							
85a	springa BJL	2018-09-06	13				17		
85b	o.s. BJL	2018-09-06	13		15		17		
86a	o.s. BJL under terrassvägg	2018-09-06	15	17					Riklig
86b	o.d. Terrassvägg	2018-09-06	12						
87a	springa BJL	2018-09-06	12				15		
87b	o.s. springa	2018-09-06	12						
88	o.s. BJL i hål	2018-09-06						18	Riklig (unken lukt)
89a	springa BJL	2018-09-06	12				16		Riklig
89b	o.s. BJL	2018-09-06	12		14		15		
90	o.s. Terrassvägg	2018-09-06	13		14		14		
91	o.s. BJL i hål	2018-09-06						16	(avvikande lukt)
92a	springa BJL	2018-09-06	13		15		16		
92b	o.s. BJL	2018-09-06	13						
93a	springa BJL	2018-09-06	12		14		16		
93b	o.s. BJL	2018-09-06	12						
94	o.s. BJL i hål	2018-09-06						12	
95a	o.s. BJL i hål	2018-09-06						25	Riklig
95b	o.s. BJL	2018-09-06	15		17		19		Sparsam
96a	springa BJL	2018-09-06	12				18		Sparsam
96b	o.s. BJL	2018-09-06	12				16	17	
97	o.s. BJL i hål	2018-09-06						16	Riklig
98a	springa BJL	2018-09-06			14		16		Ingen
98b	o.s. BJL	2018-09-06	12						Ingen
99	n.d. Pelare	2018-09-06	12	13					
100a	o.s. BJL	2018-09-06	12						Sparsam
100b	springa BJL	2018-09-06	12		14		16		Ingen
101a	springa BJL	2018-09-06	12				15		
101b	o.s. BJL i hål	2018-09-06							
101c	o.s. BJL	2018-09-06	12						
102a	springa BJL	2018-09-06	14		17		18		
102b	o.s. springa	2018-09-06	14						(slipad/sanerad yta)
103	o.s. BJL i hål	2018-09-06					15		

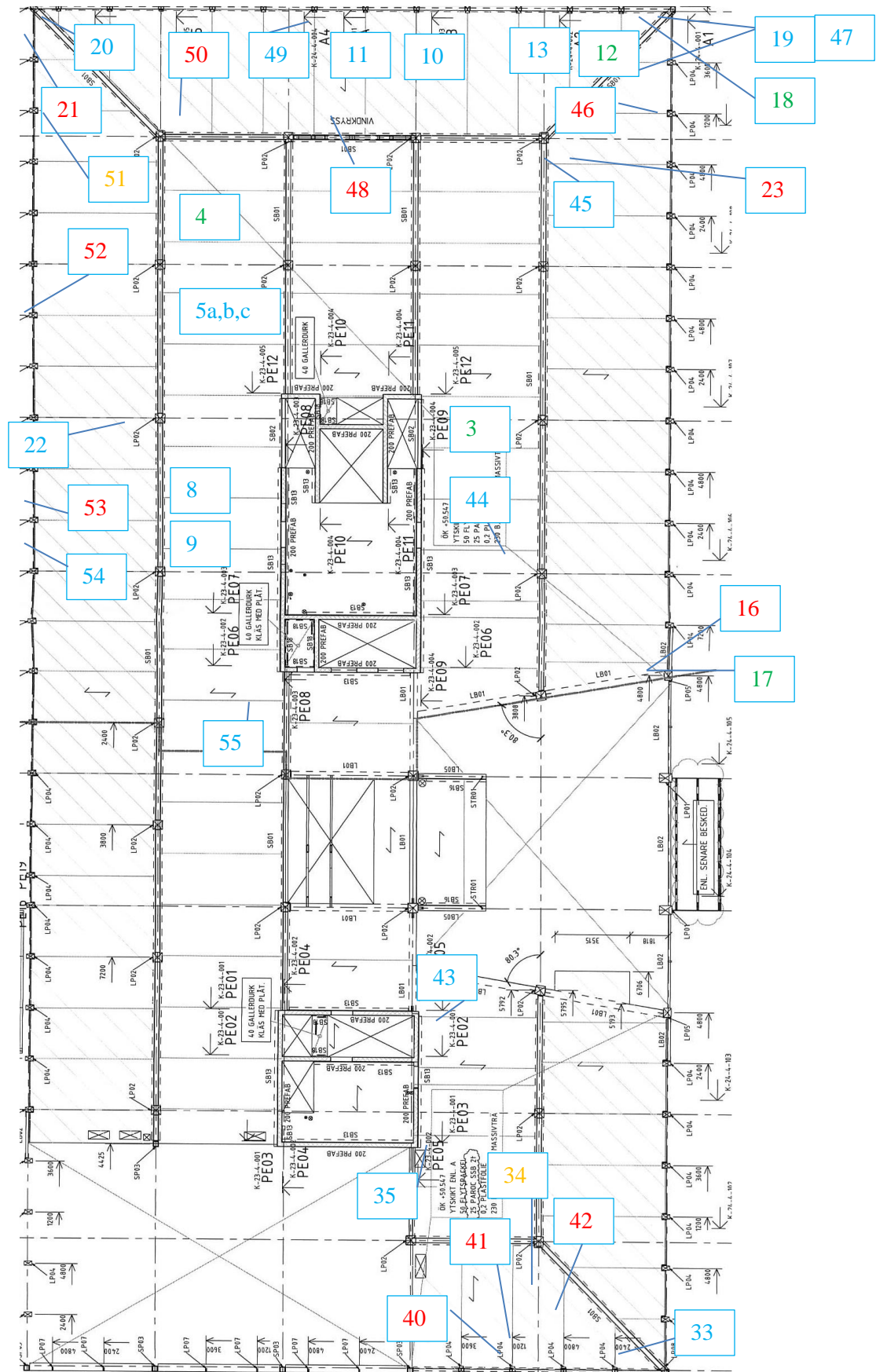
## Planritning och mätpunkternas placering

På planritningarna framgår också resultatet från den mikrobiologiska analysen genom att mätpunkterna har markerats med färg enligt följande:

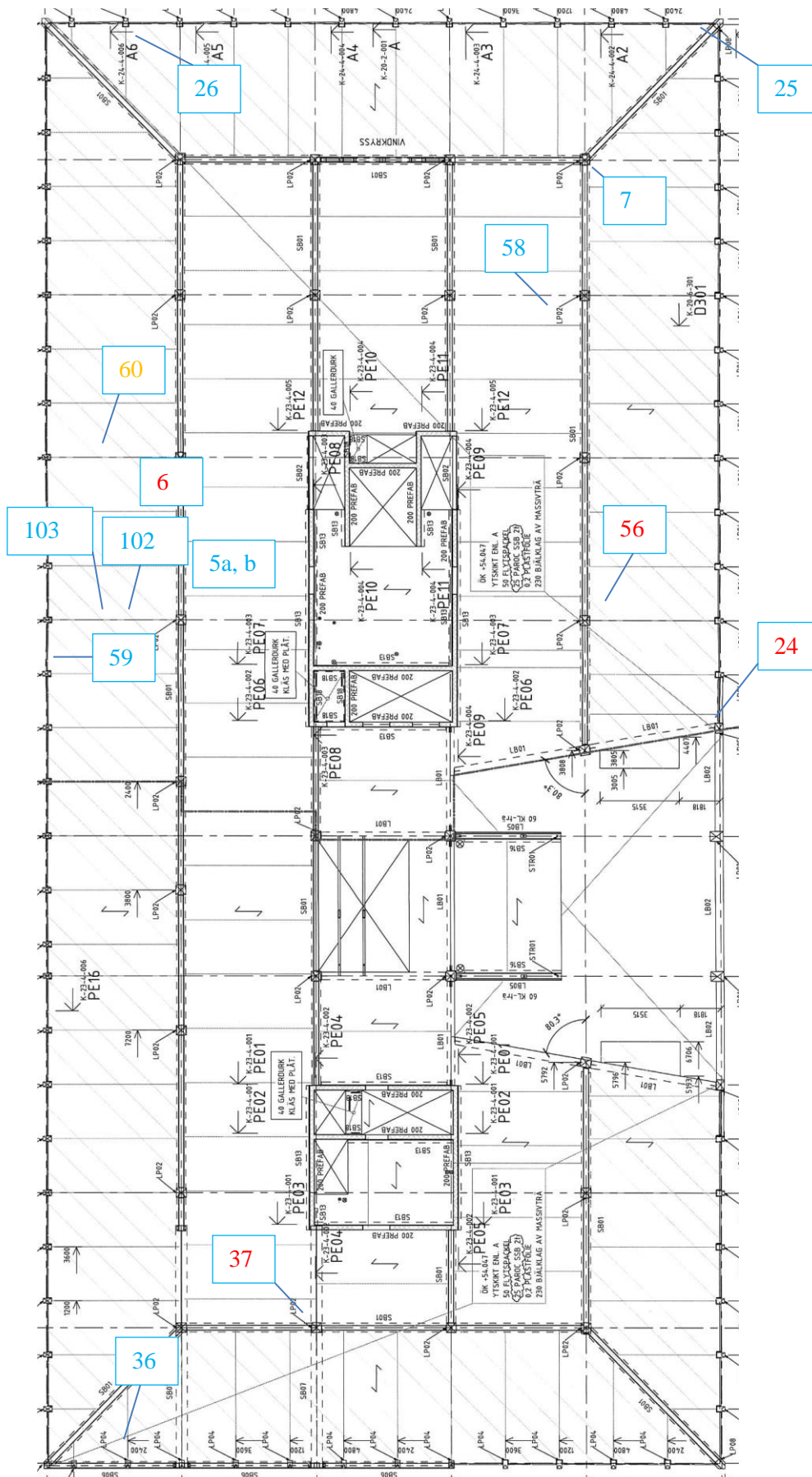
Grön =	Ingen påväxt
Orange =	Sparsam påväxt
Röd =	Måttlig-riklig påväxt
Blå =	Ej analyserad



Figur 3.1. Plan 1, (Entréplan av betonggol, träpelare och ovanför finns träbjälklag 1)

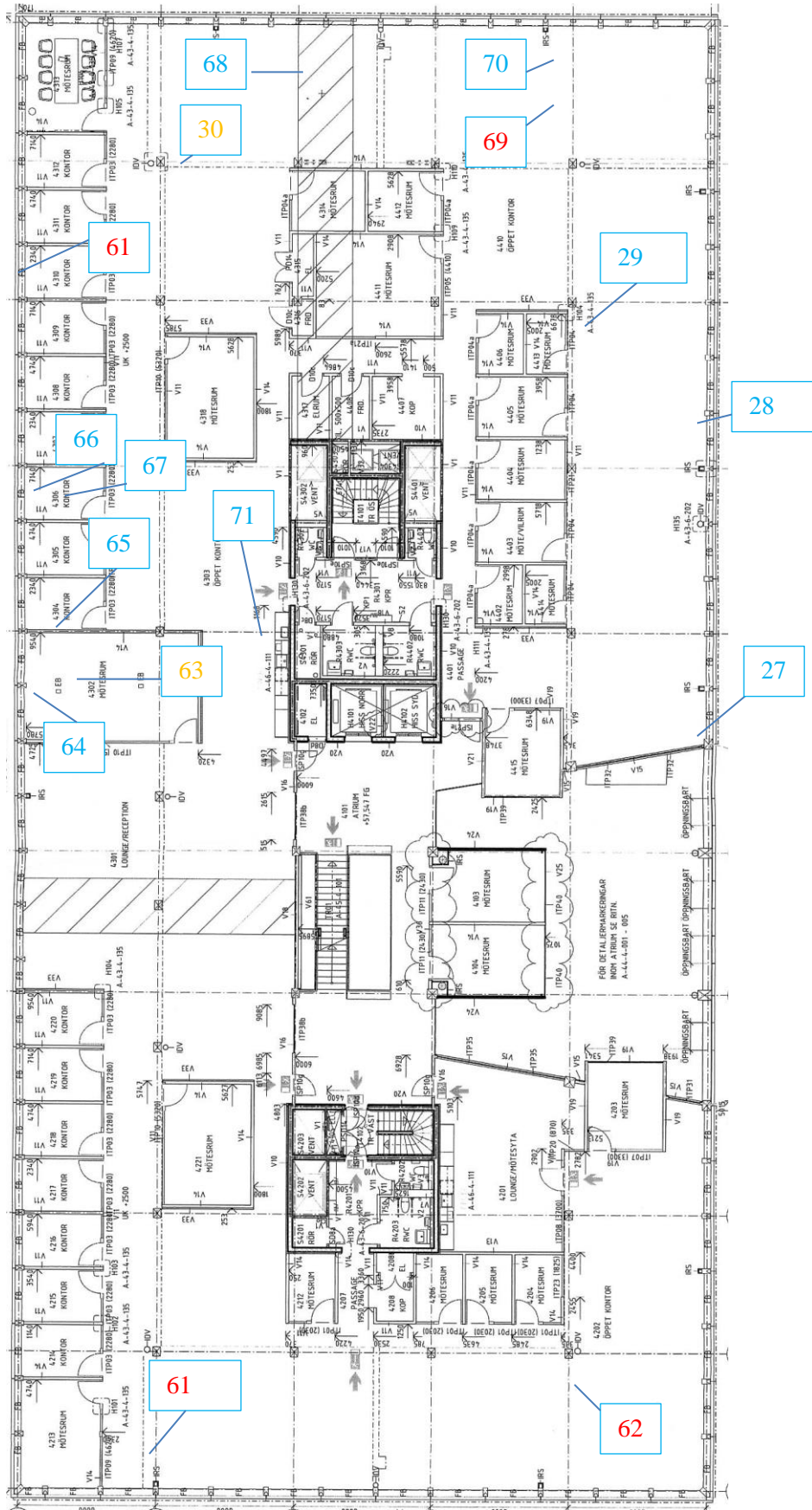


Figur 3.2. Plan 2

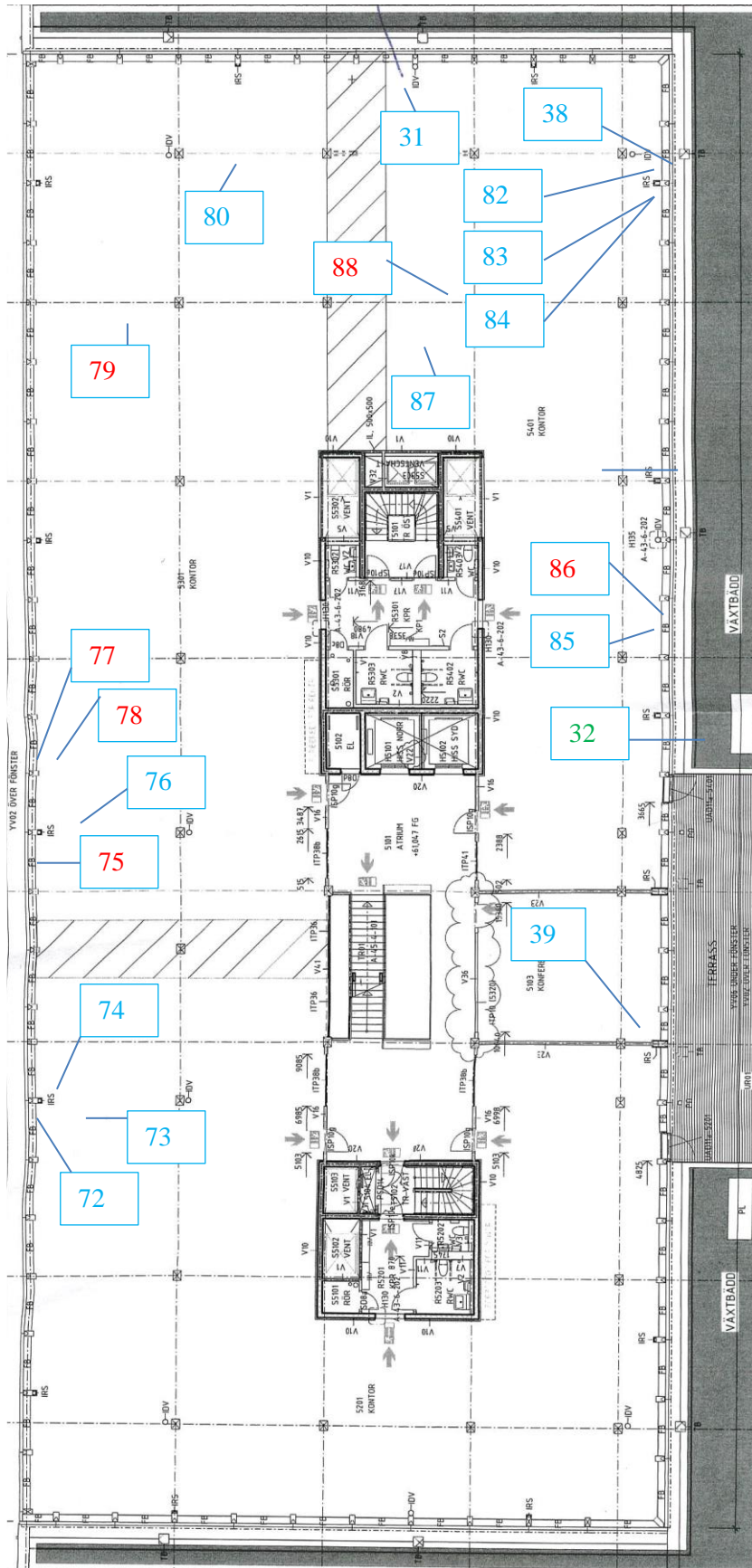


Figur 3.3 .Plan 3

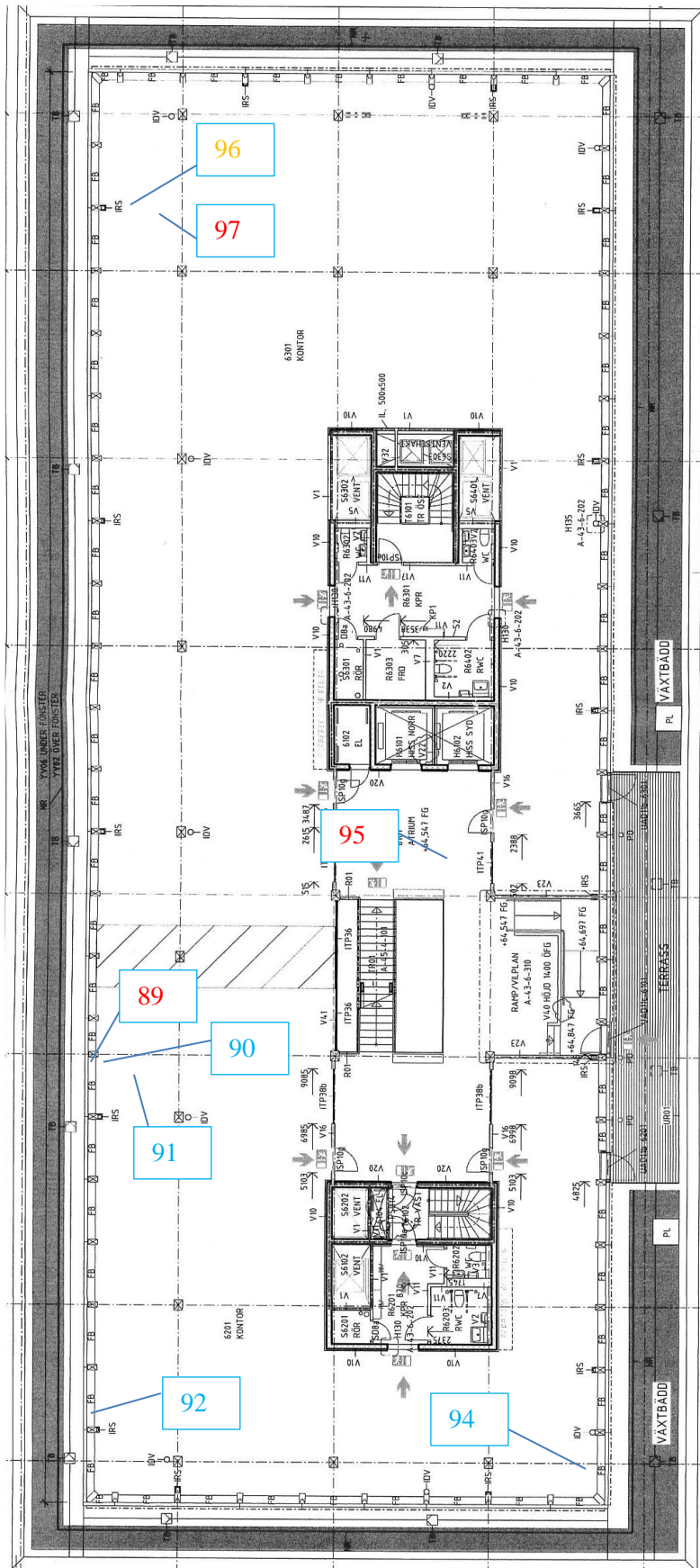




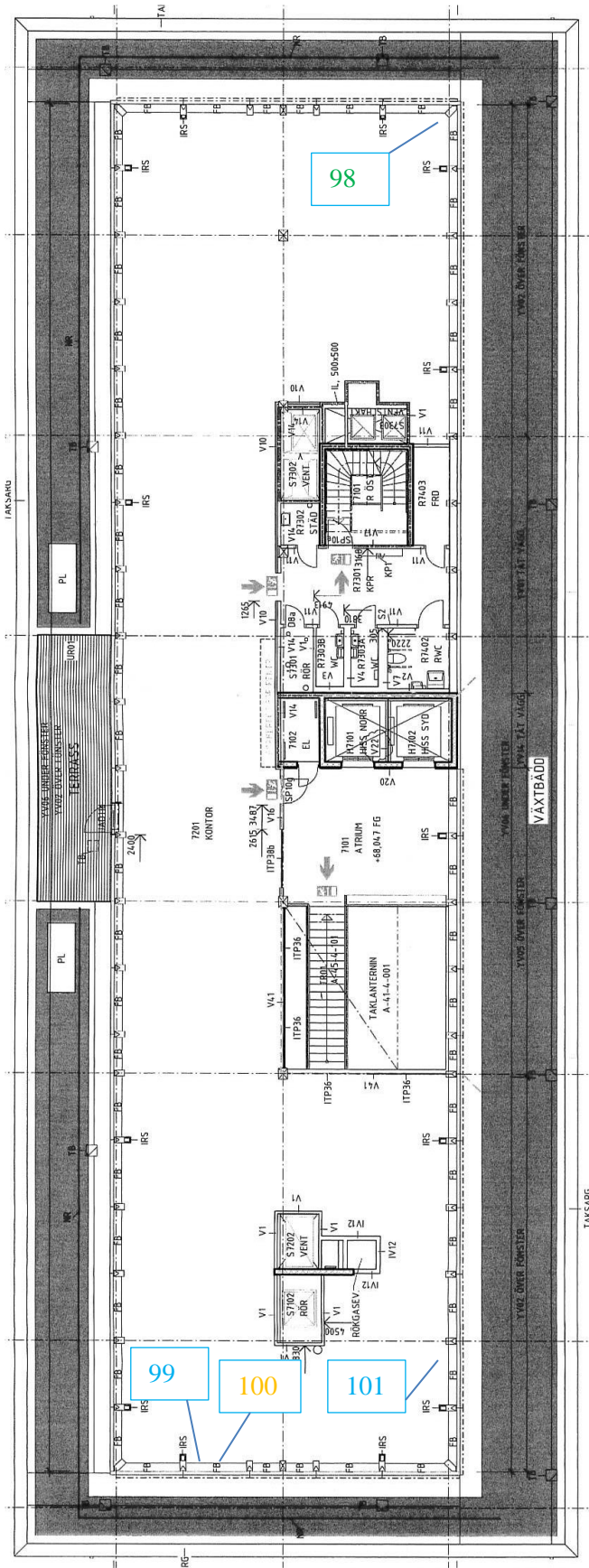
Figur 3.4. Plan 4



Figur 3.5. Plan 5

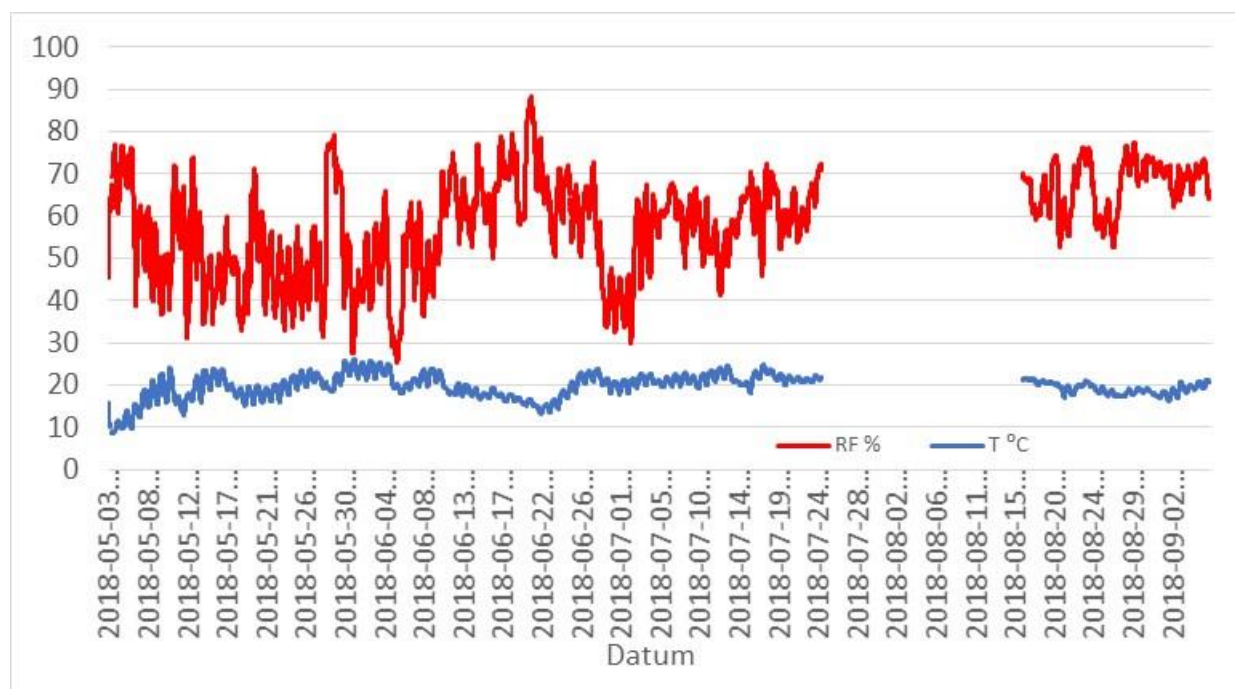


Figur 3.6. Plan 6

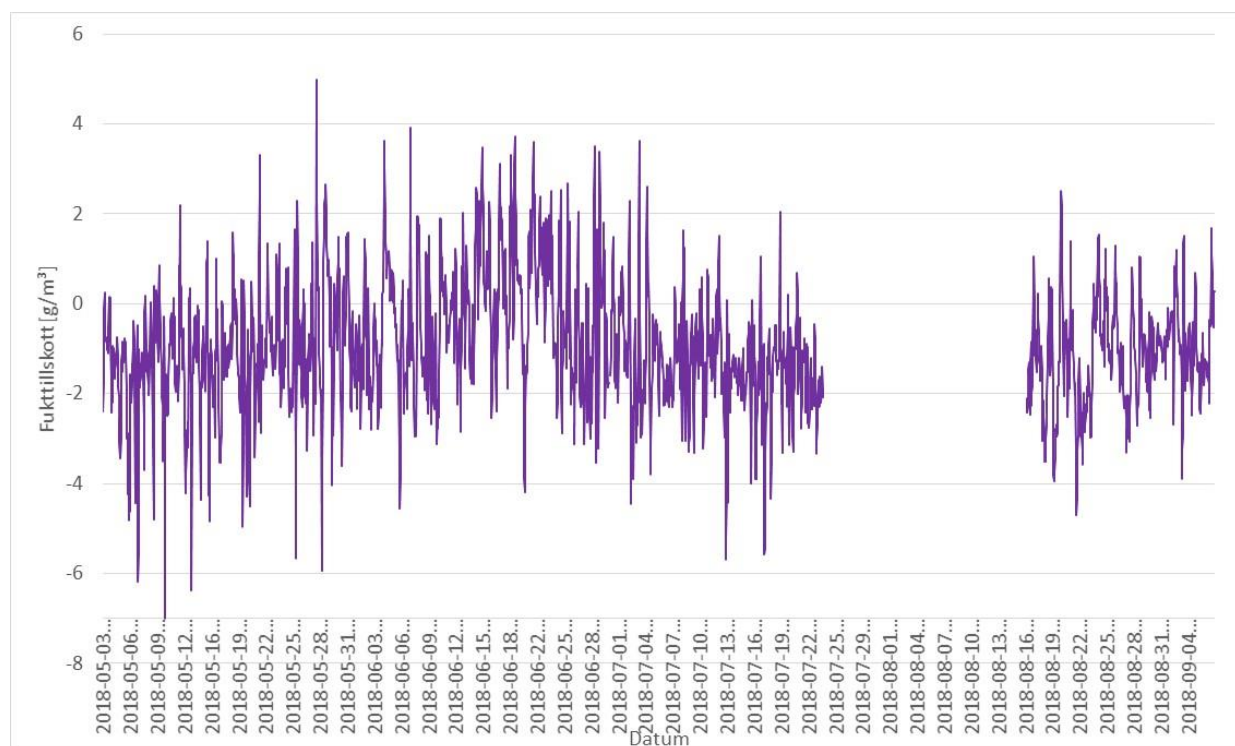


Figur 3.7. Plan 7

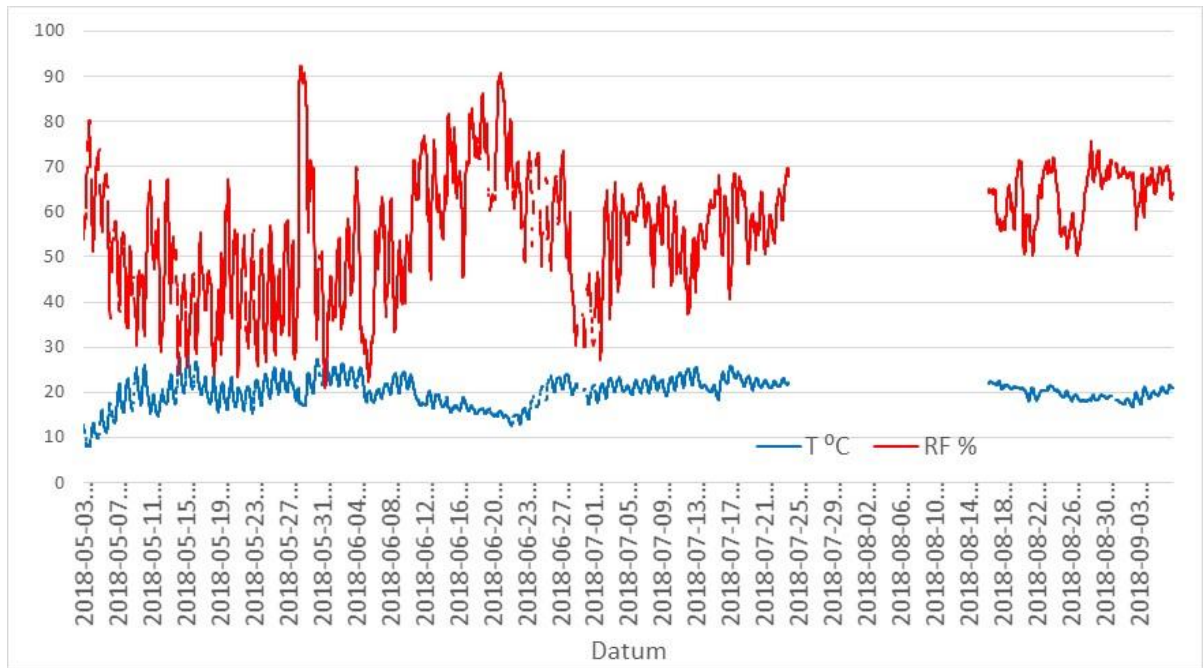
## Mätvärden inomhus



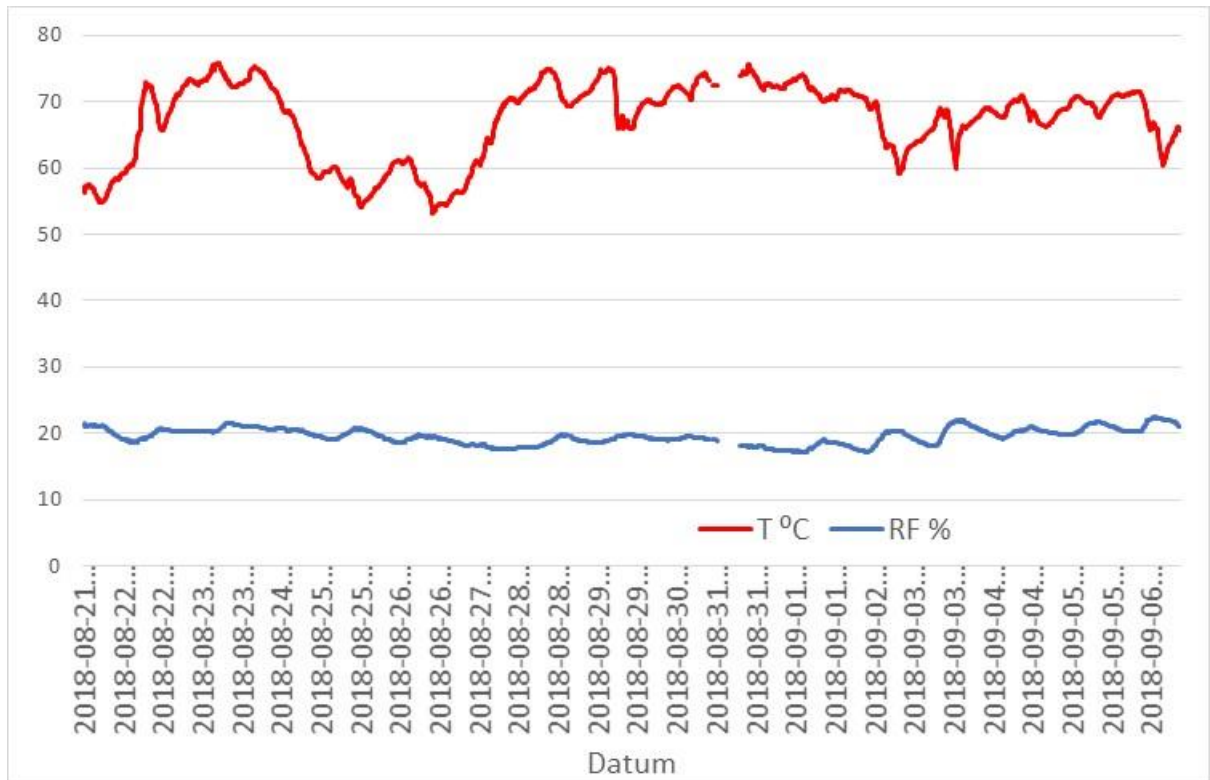
Figur 3.8. RF och temperatur på plan 3,



Figur 3.9. Fukttillskott på plan 3.



Figur 3.10. RF och temperatur på plan 4.



Figur 3.11. RF och temperatur på plan 6.

## Mät- och analysresultat samt mätplacering för Mellansverige Uppmätt fuktkvot och mikrobiologisk analys

Mätplatser beskrivs med förkortningar:

- o.s. BJL = Övansida bjälklag (ytan på det översta KL-träskiktet)  
 springa BJL= Den springa som uppkommer mellan två brädor i det översta KL-träskiktet  
 skarv BJL = Bjälklagsskarv (skarv mellan två KL-träskivor)  
 n.d.vägg = Nederdel av vägg (insida yttervägg eller innervägg)  
 o.d. vägg = Övandel av vägg (insida yttervägg eller innervägg)  
 kant BJL = Bjälklagskant (livar med utsidan av yttervägg)  
 o.d. YV = Övandel av yttervägg (utsidan av yttervägg)  
 n.d. YV = Nederdel av yttervägg (utsidan av yttervägg)  
 mitt vägg = Mitt på insida yttervägg eller innervägg  
 träplugg = Hål i bjälklaget har lagats med träplugg  
 u.s. BJL= undersida av bjälklag  
 sylomer = Stomljudsisolering mellan vägg och bjälklag

Tabell 3.2. Sammanställning av uppmätta fuktkvotsvärden (FK) och mikrobiologiska analysresultat för objekten i Mellansverige (sporer har exkluderats).

Mätpl.	Placering	Datum	FK						Mögel (kommentar)
			0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm	
1	o.s. BJL	2018-12-07	25	15	14		15		Ingen (snö) (Referens)
1	o.s. BJL	2018-12-07	27	15	13				(snö)
2	n.d. vägg	2018-12-07	25	16	14				
3	o.s. BJL	2018-12-07	30	14	14	14	14		(snö)
3	springa BJL	2018-12-07	30	26	23	20	19		(snö)
4	n.d. vägg	2018-12-07	26						
4	n.d. vägg, 2 cm upp	2018-12-07	17		25				
4	n.d. vägg, 4 cm upp	2018-12-07	14		15				
5	kant BJL	2018-12-07	30	26	21		18		
5	kant BJL	2019-02-19	16	20			19		Ingen
5.1	kant BJL	2019-02-19	16	17			17		Ingen
6	o.d. YV, 10 cm ner	2018-12-07	19		14				
6	o.d. YV	2018-12-07	27	27	27	27	27		
6	o.d. YV, 0-5 cm ner	2019-02-19	17	19	22		18		Ingen
7		2018-12-07	28	28	28	28	28		
7	o.d. YV, 5 cm ner	2018-12-07	25		21		15		

7	o.d. YV, 10 cm ner	2018-12-07	25		16		14		
7	o.d. YV, 0-5 cm ner	2019-02-19	16	19		17			Riklig
8	fönsterbröstning	2018-12-07	30	30	30	30	30		
9	mitt på vägg	2018-12-07	18	15	15	14	14		Ingen (Referens)
10	o.k. vägg, 1 cm ner	2018-12-07	27	27	27	27	27		
11	mitt på vägg	2018-12-07	18	14	14	14	14		
12	kant BJL	2018-12-07	16	14	14	14	14		
13	kant BJL	2018-12-07	30						
14	n.d. vägg, 1 cm upp plan 2	2018-12-07	30						
15	mitt på vägg	2018-12-07	18						
16	n.d. vägg, 1 cm från kant	2018-12-07	30	20	18	17			
16b	o.s. BJL, 5 cm från sylomer	2018-12-07	32	32	32	32	32		
17	o.s. BJL vid sylomer	2018-12-07	32	32	32	32	32		
18	mitt på vägg	2018-12-07	18	16	15				
19	o.d. vägg, 1-5 cm ner	2018-12-07	30	22	21		20		
20	u.s. BJL	2018-12-07	30		14	14			(blött)
21	n.d. vägg	2018-12-07	30	30	22		21		
22	mitt på vägg	2018-12-07	19		17		14		
23	ände pelare	2019-02-19	18	19	19				Riklig
24	o.s. utv balk	2019-02-19	18	17	16		16		Riklig
25	n.d. YV	2019-02-19	17	16	15		13		Ingen
26	n.d. YV	2019-02-19	24	25	26	26			Riklig
27	o.s. utv balk	2019-02-19	19				21		Riklig
28	n.d vägg	2019-02-19	16	15			15		Ingen
29A	kant BJL	2019-02-19	15		15		15		Ingen
29B	Kant BJL (mitt på sida)	2019-02-19	16	17	17	18	19		
30	vägg (ände)	2019-02-19	17	17	15		15		Ingen
31	n.d. vägg	2019-02-19	10	12			14		Riklig
31w	n.d. vägg	2019-02-19							Måttlig
32	mitt på vägg	2019-02-19							Ingen
33	n.d. vägg	2019-02-19	10	12			19		Riklig
34	n.d. vägg	2019-02-19	16	17	19				Sparsam
35	u.s. BJL	2019-02-19	12		14				Ingen (Referens)
36	mitt på vägg	2019-02-19	12		14				Ingen (Referens)
37	skarv BJL	2019-02-19	18	21	23	24	25		Ingen (tejp lossnat)



38	springa BJL	2019-02-19	12	14	16	16	15	14	Ingen
38B	o.s. BJL	2019-02-19	12	13	13		13		Ingen
39	springa BJL	2019-02-19	12		16		17	14	Ingen
40	springa BJL	2019-02-19	18				21	21	Riklig
41	springa BJL	2019-02-19	13	14			17	15	
42	springa BJL	2019-02-19	18	20	22		23		Ingen
43	o.s. BJL	2019-02-19	12	13	13		13		
44	springa BJL	2019-02-19	12				14		
45	springa BJL	2019-02-19	19				19		
46	mitt vägg	2019-02-19	12			14	13		
47	springa BJL	2019-02-19	16	19	21		21	12	Ingen
48	o.s. BJL	2019-02-19	15	15	15	15	14	13	Ingen
49	skarv BJL	2019-02-19	13	13	13	13	13	12	
50	Springa BJL	2019-02-19	13	14	14		14		
51	skarv BJL	2019-02-19	14	18	24	24	25	13	Ingen
52	o.s. BJL	2019-02-19	16		14	13	12	12	
53	skarv BJL	2019-02-19	19		25		25	12	
54	träplugg	2019-02-19		20					
55	skarv BJL	2019-02-19	20	20					
56	mitt vägg	2019-02-19	14	14					
57	träplugg	2019-02-19	21	21					
58	springa BJL	2019-02-19	18	19	21		22		
59	o.s. BJL	2019-02-19	15						
60	springa BJL	2019-03-14	9	13	15		17	16	Sparsam
61	o.s. BJL	2019-03-14	9				11		Sparsam
62	o.s. BJL	2019-03-14	9				12		
63	springa BJL	2019-03-14	9				15		Ingen
64	o.s. BJL	2019-03-14	9		12	12	12		
65	springa BJL	2019-03-14	13	15	19		20		Sparsam
66	o.s. BJL	2019-03-14	11		11		12		Ingen
67	springa BJL	2019-03-14	11		18		20	17	Sparsam
68	o.s. BJL	2019-03-14	9		12	12	13		
69	o.s. BJL	2019-03-14	30						Måttlig (blött)
70	springa BJL	2019-03-14	14				30		Måttlig
71	skarv BJL	2019-03-14		17	19	19	18		Ingen
72	o.s. BJL	2019-03-14	9	11	13	13	12		
73	u.s. vägg	2019-03-14	28						Ingen (blött)
74	kant BJL	2019-03-14							Ingen
75	springa BJL	2019-03-14	9				13		Ingen
76	springa BJL	2019-03-14	12		18		22	14	Måttlig
77	o.s. BJL	2019-03-14	9		14		15		
78	o.s. BJL	2019-03-14							Sparsam
79	o.s. BJL	2019-03-14	9	13	13		14		Sparsam
80	springa BJL	2019-03-14	16	17	20	21	22		Sparsam
81	springa BJL	2019-03-14	13	15	20	24	26	12	Måttlig

82	o.s. BJL	2019-03-14	9	12	12		13		
83	n.d. YV	2019-03-14	28	28	28	22	20		Ingen (blött)
84	springa BJL	2019-03-14	12	14	16		17	13	
85	o.s. BJL	2019-03-14	12	13			13	13	
86	o.s. BJL	2019-03-14							(blött)
87	Vägg	2019-03-14	12	13	13	13	13		
88	springa BJL	2019-03-14		15	17		19		
89	o.s. BJL	2019-03-14	12	14	15		14		
90	springa BJL	2019-03-14	21	30	30	30	30	12	Ingen
91	o.s. BJL	2019-03-14	13	14	14		13		
92	skarv BJL	2019-03-14	17	21					
93	ände BJL	2019-03-14	28	17	15				(blött)
94	n.d. YV	2019-03-14	28	28	28		18		
95	vägg (dörröppning)	2019-04-09	9	10					
96	n.d. vägg	2019-04-09	9	13					Ingen (fuktm.)
97	n.d. vägg	2019-04-09	9	12					(fuktm.)
98	vägg	2019-04-09		9					
99	springa BJL	2019-04-09	9		15		16	14	Sparsam
100	o.s. BJL	2019-04-09	9						Sparsam
101	springa BJL	2019-04-09	9	12	16		18	16	Ingen
102	o.s. BJL	2019-04-09	9		12		14		Sparsam
103	o.s. BJL	2019-04-09	9	12	15		14		
104	Springa BJL	2019-04-09	9		13		14		Sparsam
105	o.s. BJL	2019-04-09	9		13	12	12		Ingen
106	springa BJL	2019-04-09	9		16		17		
107	o.s. BJL	2019-04-09		13	15		14		
108	springa BJL	2019-04-09	9	13	17		17	12	
109	o.s. BJL	2019-04-09		11	13	13	13		
110	springa BJL	2019-04-09	9	12	15	16	16	13	
111	o.s. BJL	2019-04-09	9	12	13		13		
112	springa BJL	2019-04-09	9	12	14		16		Ingen
113	o.s. BJL	2019-04-09	9	13	14		14		
114	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	13	14	14	14	14		Ingen
115	springa BJL	2019-04-09	10	15	17		18	7	Sparsam
116	o.s. BJL	2019-04-09	10	13	15	16	16		Riklig
117	springa BJL	2019-04-09	10	12	16	18	19		Sparsam
118	o.s. BJL	2019-04-09	9	12	15	15	15		Riklig
119	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	12	13	13				Ingen
120	springa BJL	2019-04-09	9	13	13	16	16		Ingen
121	o.s. BJL	2019-04-09	9	11	12	12	12		
122	n.d. vägg (ref)	2019-04-09	9	12	12		12		Ingen
123	springa BJL	2019-04-09	10	14	16	18	18	14	Sparsam

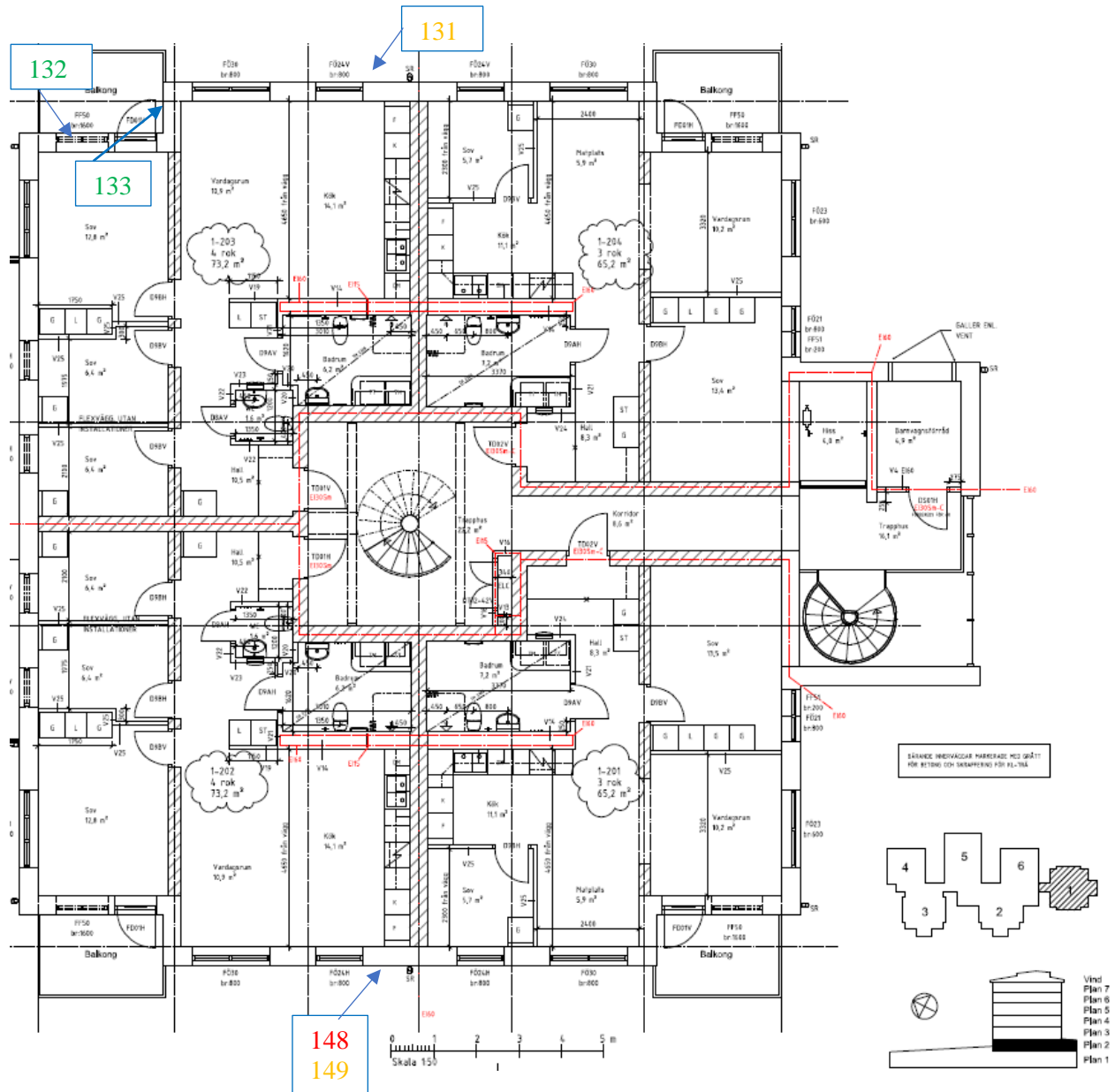
124	o.s. BJL	2019-04-09	10	12	15	15	15		sparsam
125	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	11	13	14				ingen
126	springa BJL	2019-04-09	10	14	16	17	18	15	ingen
127	o.s. BJL	2019-04-09	9	11	13	13	13		ingen
128	springa BJL	2019-04-09	10	13		17	17		Ingen
129	o.s. BJL	2019-04-09	10	12		14	14	14	Ingen
130	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	11	13	14				Ingen
131	n.d. YV	2019-04-09	13	15	17		16		Sparsam
132	n.d. YV	2019-04-09	13	18	21		17		Ingen
133	mitt YV	2019-04-09	11	11	11		11		Ingen
134	skarv BJL	2019-04-09		23	24	26	26		Ingen
135	o.s. BJL	2019-04-09	11	14	15		16		Ingen
136	springa BJL	2019-04-09		15	16		18		Ingen
137	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	14	15	17				Ingen
138	n.d. vägg	2019-04-09		13	15		15		Ingen
139	skarv BJL	2019-04-09	19	20	20	20	19		Sparsam
140	o.s. BJL	2019-04-09	11						Ingen
141	skarv BJL	2019-04-09	20	23	24		25		Ingen
142	o.s. BJL	2019-04-09	11	14	16		16		Ingen
143	o.s. BJL under vägg	2019-04-09	14	18					Ingen
144	springa BJL	2019-04-09		12	16		17		Ingen
145	o.s. BJL	2019-04-09		13	14		14		Ingen
146	skarv BJL	2019-04-09	19	19	26		27		Ingen
147	o.s. BJL	2019-04-09	11	13	14		14		Ingen
148	n.d. YV	2019-05-17	9		13		15		Måttlig (fuktm.)
149	mitt YV	2019-05-17	9		13		14		Sparsam
150	kant BJL	2019-05-17		12	12				Sparsam
151	n.d. YV	2019-05-17	9	11	11	11			Ingen
152	mitt YV	2019-05-17	9	10	10	10			Ingen
153	o.s. BJL	2019-05-17	9	10	12		13		Ingen
154	springa BJL	2019-05-17	9		16		18		Ingen
155	n.d. vägg	2019-05-17	11		16				Ingen (fuktm.)
156	springa BJL	2019-05-17	9	12	15		15		Ingen
157	o.s. BJL	2019-05-17	8	11	14		15		Ingen
158	o.s. BJL	2019-05-17	9		13		13		Ingen
159	springa BJL	2019-05-17	9	12	16		19	14	Ingen
160	n.d. vägg	2019-05-17							Sparsam
161	o.s. BJL under sylomer	2019-05-17	10	13					Ingen
162	springa BJL	2019-05-17	10	14			25	12	Ingen
163	o.s. BJL	2019-05-17	10	11	11		15		
164	springa BJL	2019-05-17		13	17		15	14	Ingen

165	o.s. BJL	2019-05-17	9	12	15		14		Ingen
166	o.s. BJL	2019-05-17	10	15		12			Ingen
167	springa BJL	2019-05-17	15	30			30	21	Sparsam (blött)
168	o.s. BJL	2019-05-17							Ingen
169	Springa BJL	2019-05-17	10	13			20	12	Ingen
170	o.s. BJL under sylomer	2019-05-17	25	20					Ingen
171	o.s. BJL	2019-05-17	10	12	14		14		Ingen
172	Springa BJL	2019-05-17	10				15	14	Ingen
173	o.s. BJL under sylomer	2019-05-17	13						Sparsam
174	o.s. BJL under sylomer	2019-05-17	20	17					Riklig
175	springa BJL	2019-05-17	17	30	30		30		Riklig
176	o.s. BJL	2019-05-17	11	14	14		14		Riklig
177	o.s. BJL	2019-05-17	17	16	13		12		Måttlig
178	skarv BJL	2019-05-17	18	22			12	12	Ingen
179	n.d. vägg	2019-05-17	13	14		16			Ingen
180	o.s. BJL under sylomer	2019-05-17	30						Måttlig
181	springa BJL	2019-06-17	13	13	15	15	14	14	Riklig
182	springa BJL	2019-06-17	13	13	14		12	13	Sparsam
183	o.s. BJL under sylomer	2019-06-17	14						Ingen
184	n.d. vägg mot sylomer	2019-06-17							Ingen
185	springa BJL	2019-06-17	13	13	14		13	14	Måttlig
186	springa BJL	2019-06-17	13	14	16			15	Riklig
187	o.s. BJL under sylomer	2019-06-17	15	15					Riklig
188	n.d. vägg	2019-06-17	13	14	14		17		Ingen
189	springa BJL	2019-06-17	12	13	13	14	14	15	Ingen
190	o.s. BJL	2019-06-17	13	14	15		15		Måttlig
191	springa BJL	2019-06-17	16	18	25		27	17	Ingen
192	o.s. BJL	2019-06-17	13	15	16		15		Måttlig
193	o.s. BJL under sylomer	2019-06-17		16					Riklig
194	springa BJL	2019-06-17	12	13	14	14	14		Sparsam
195	springa BJL	2019-06-17	11	11	12		13	13	Ingen

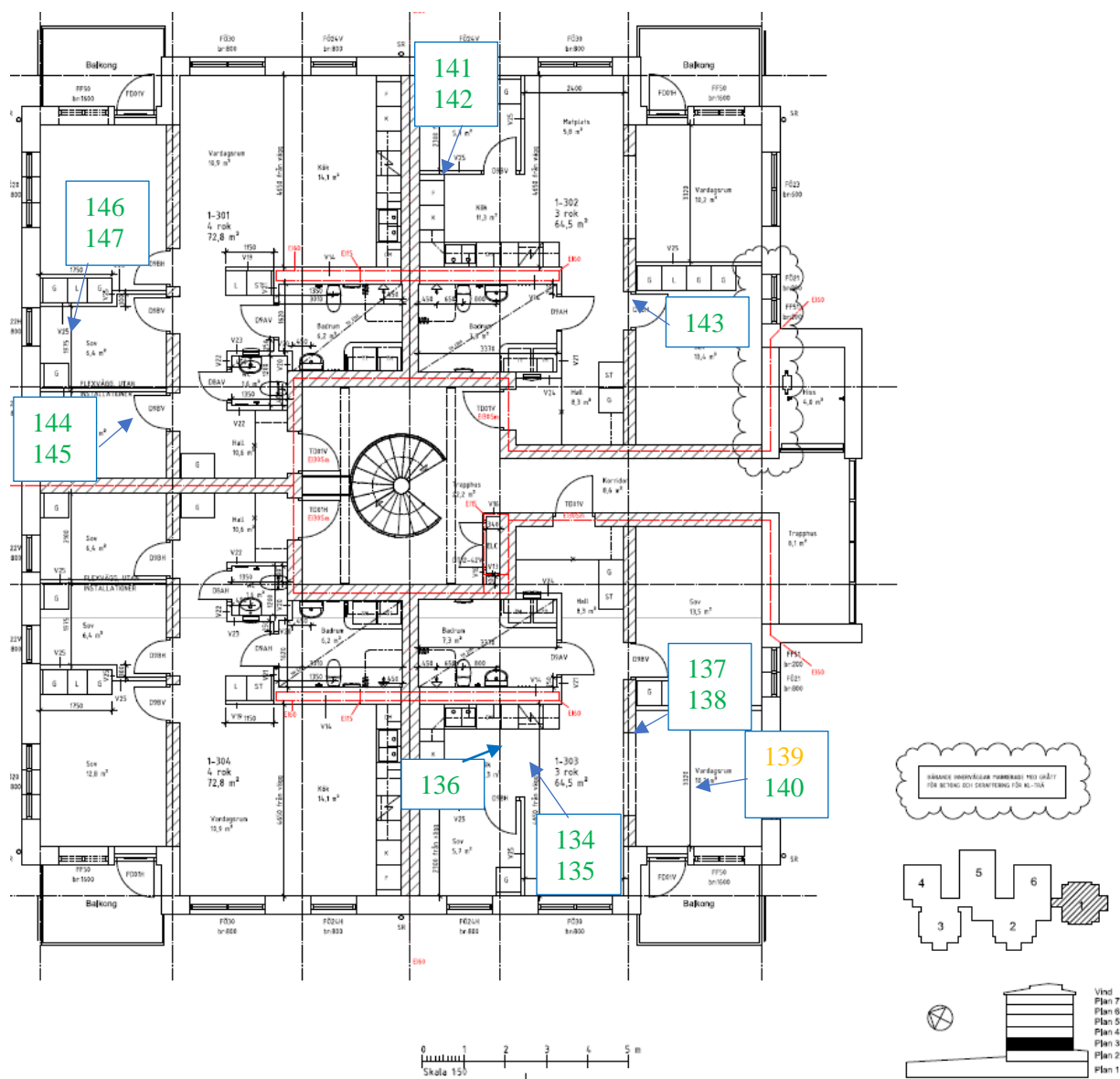
## Planritning och mätpunkternas placering

På planritningarna framgår också resultatet från den mikrobiologiska analysen genom att mätpunkterna har markerats med färg enligt följande:

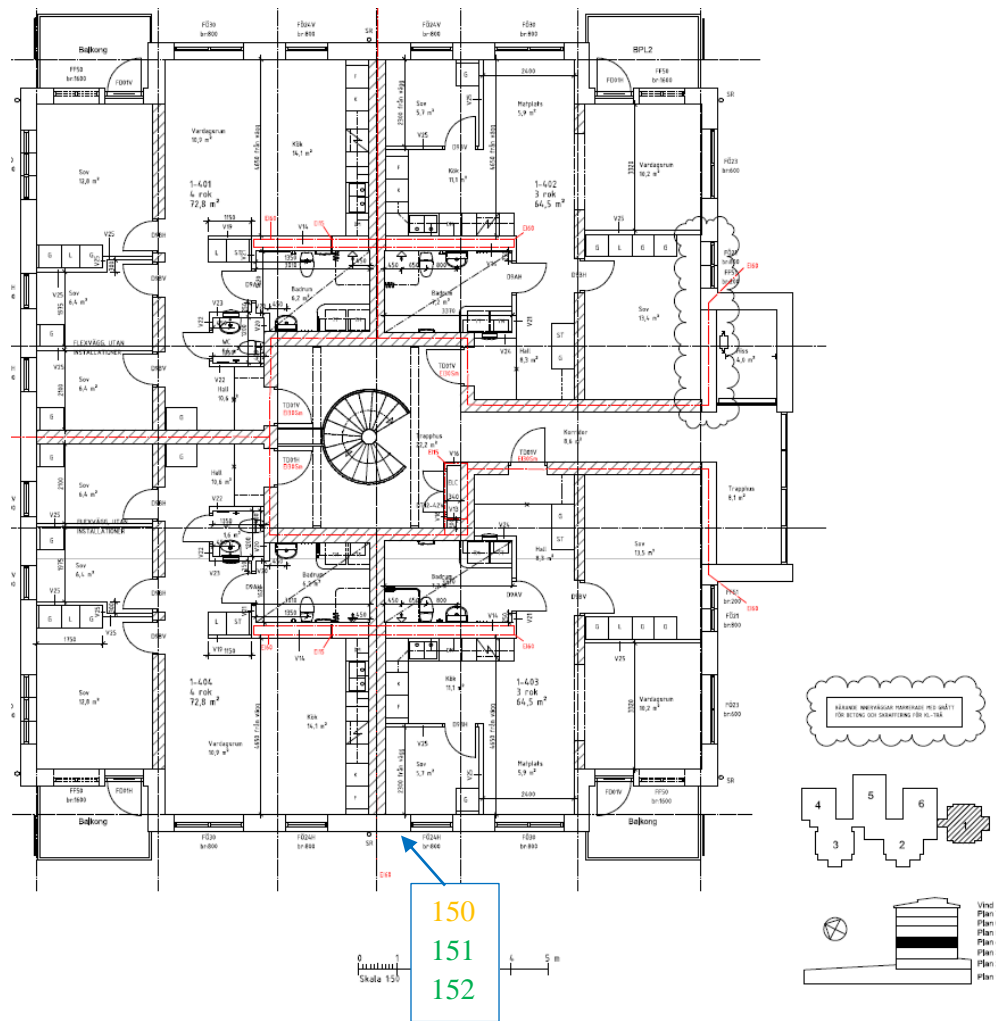
- Grön = Ingen påväxt
- Orange = Sparsam påväxt
- Röd = Måttlig-riklig påväxt
- Blå = Ej analyserad



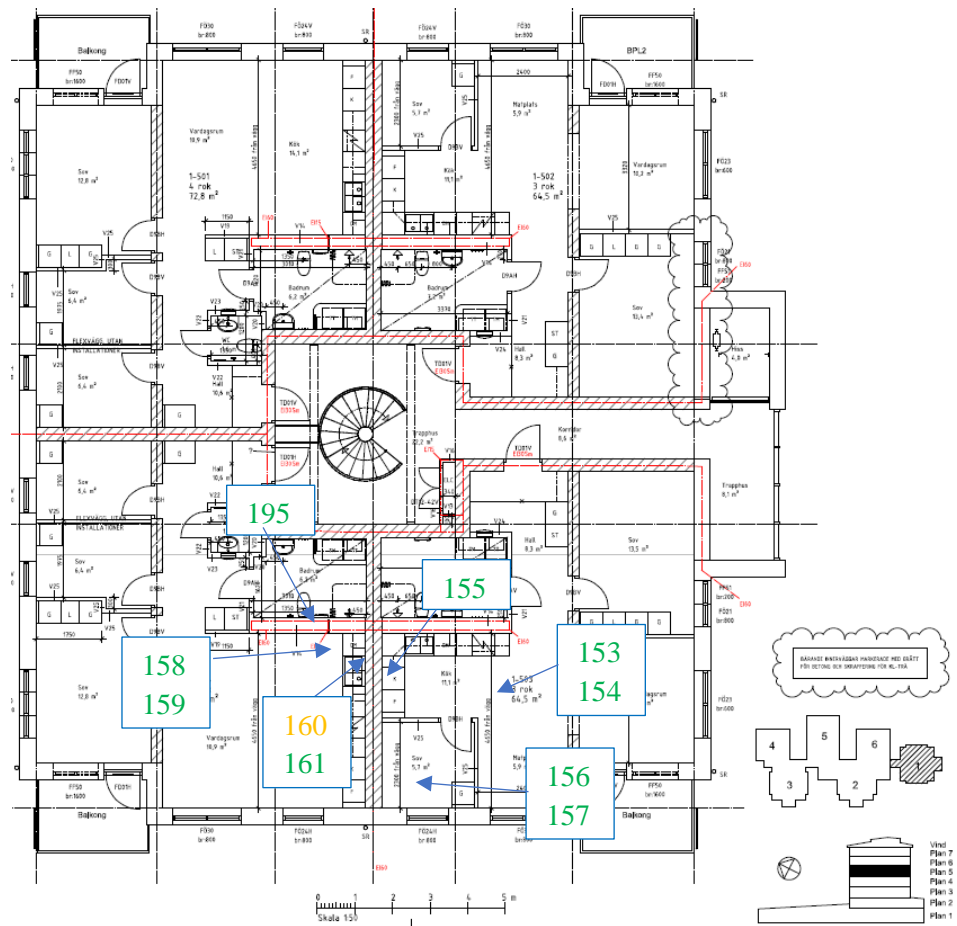
Figur 3.12. Hus 1 plan 2



Figur 3.13. Hus 1 plan 3



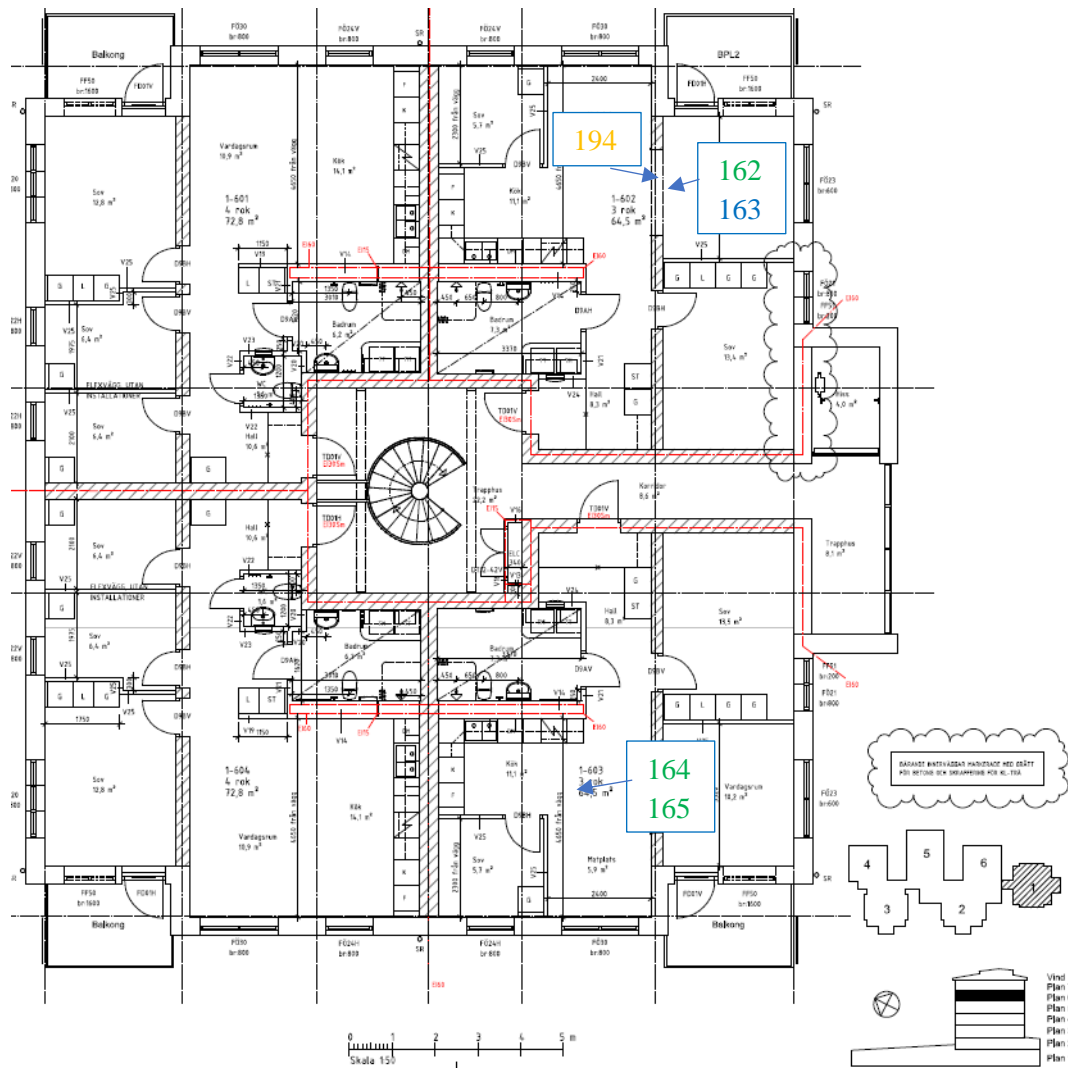
Figur 3.14. Hus 1 plan 4



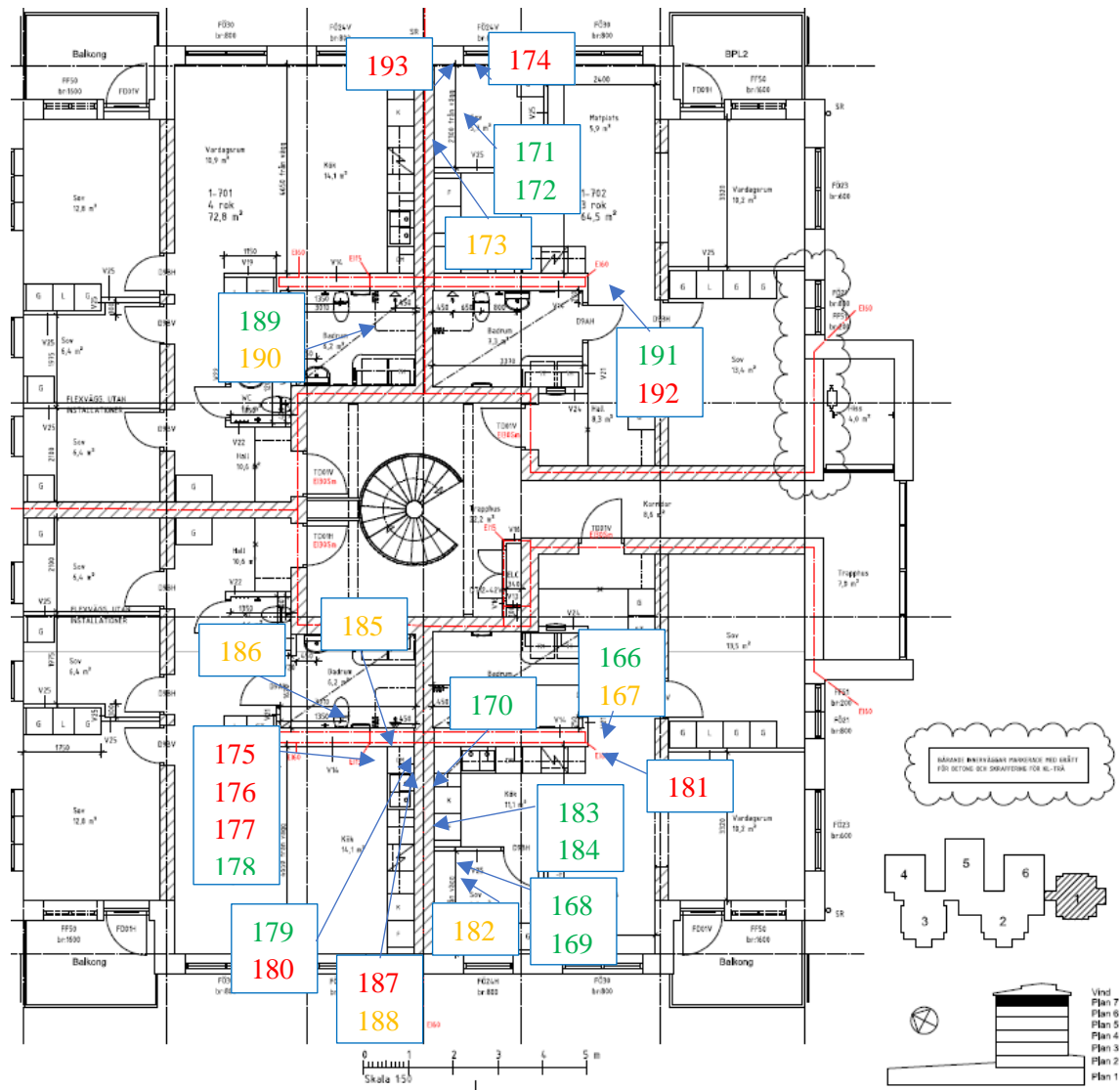
Figur 3.15. Hus 1 plan 5



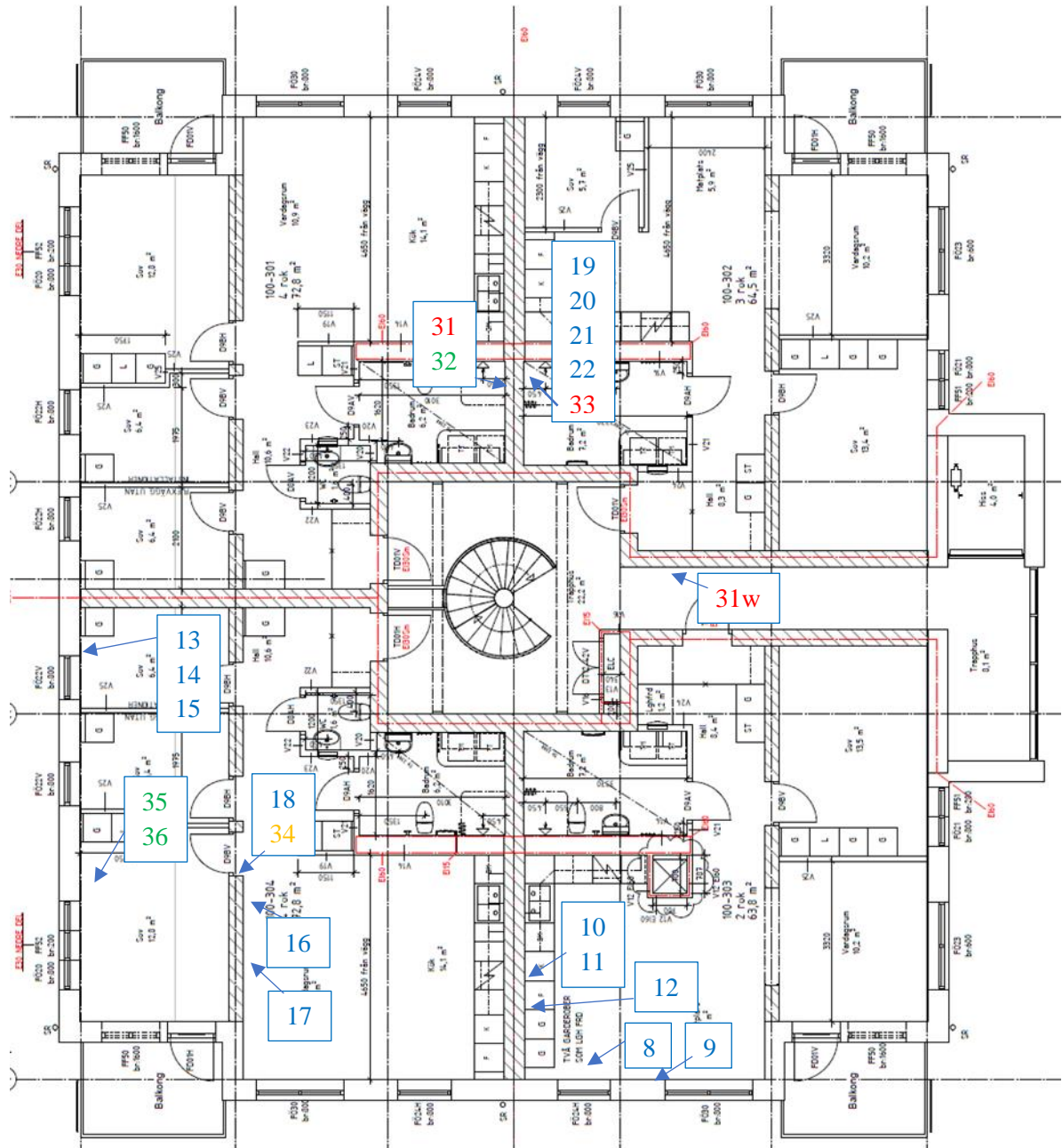
# Hus 1 plan 6



Figur 3.16. Hus 1 plan 6

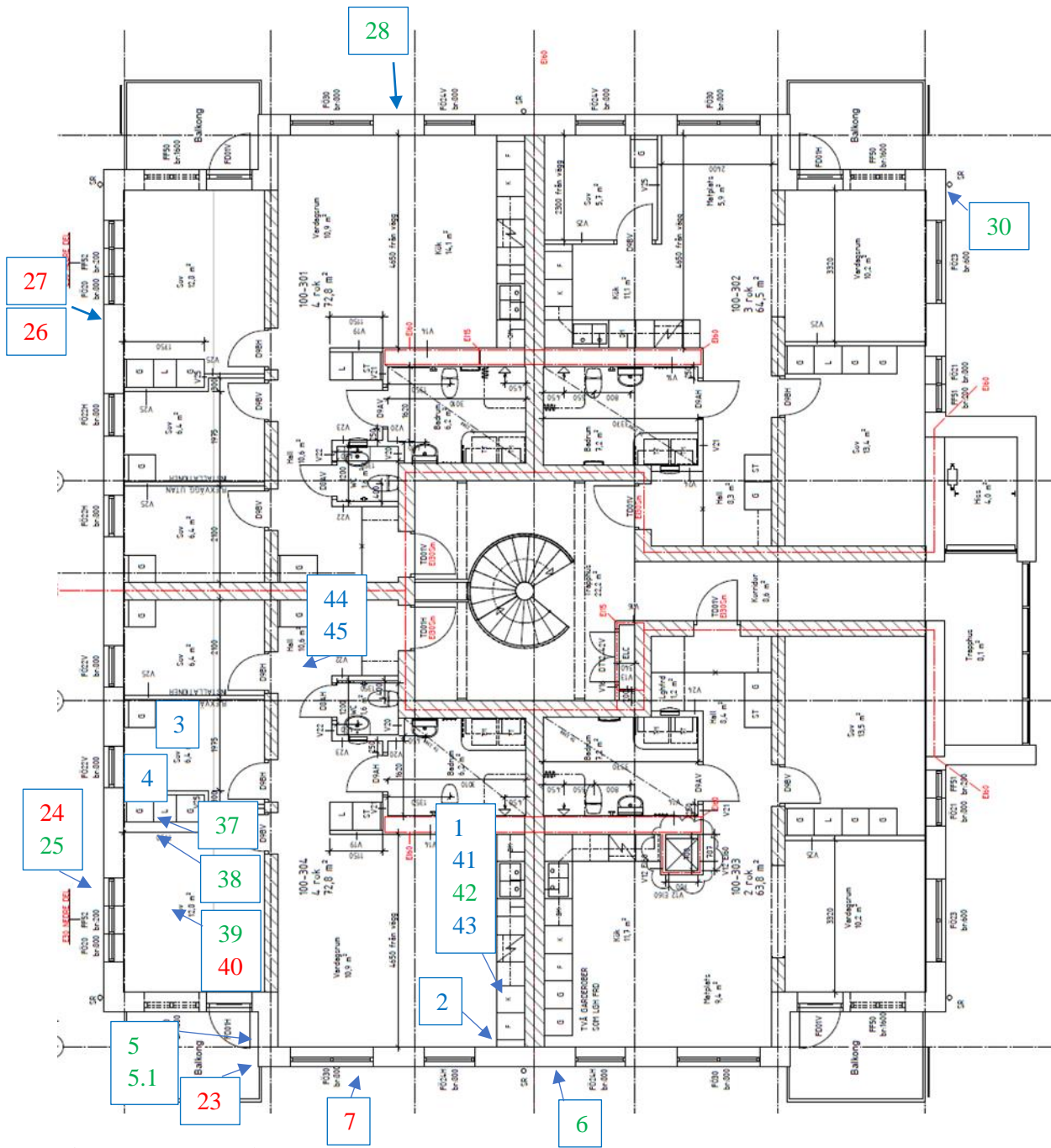


Figur 3.17. Hus 1 plan 7

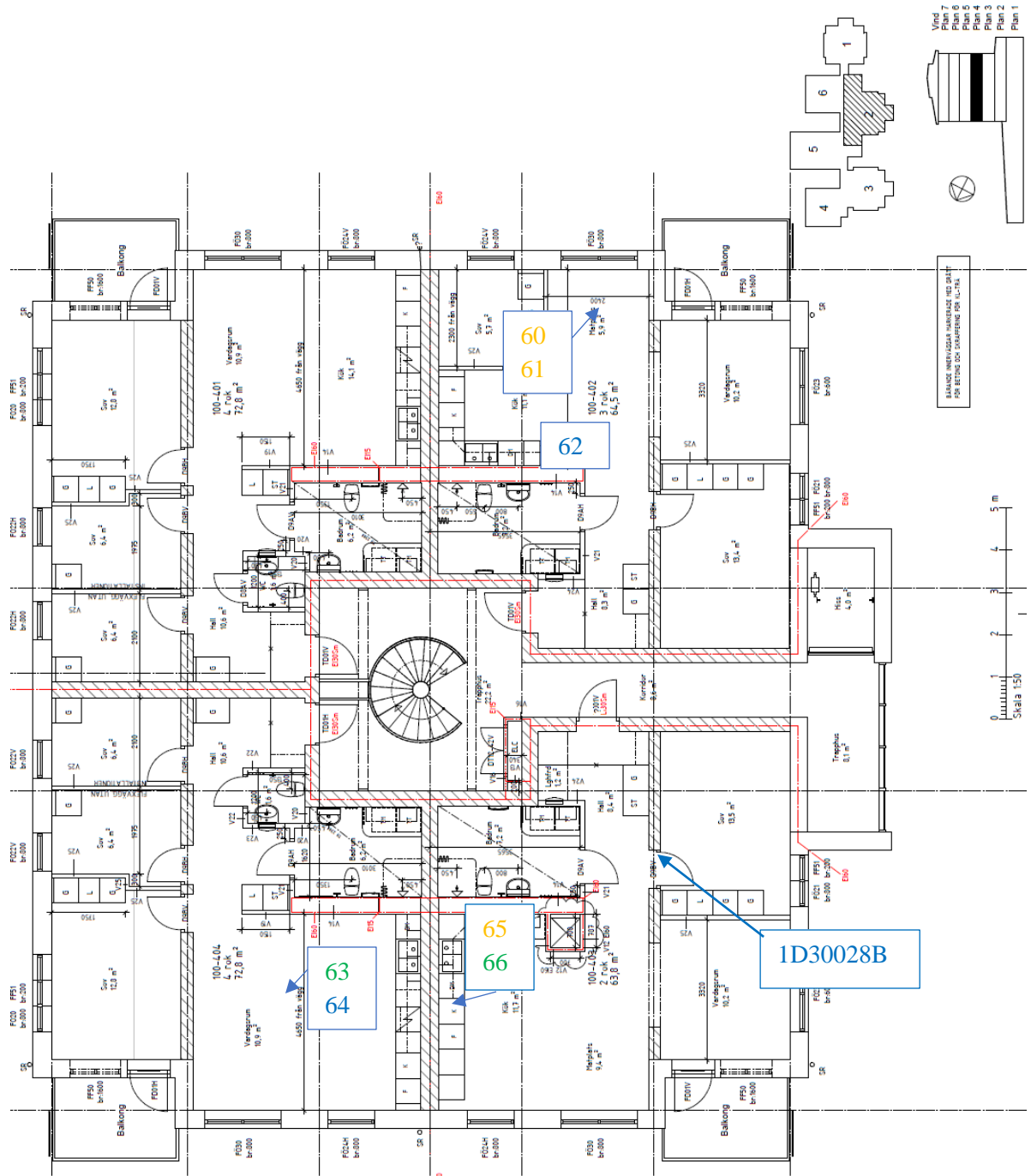


Figur 3.18. Hus 2 plan 2

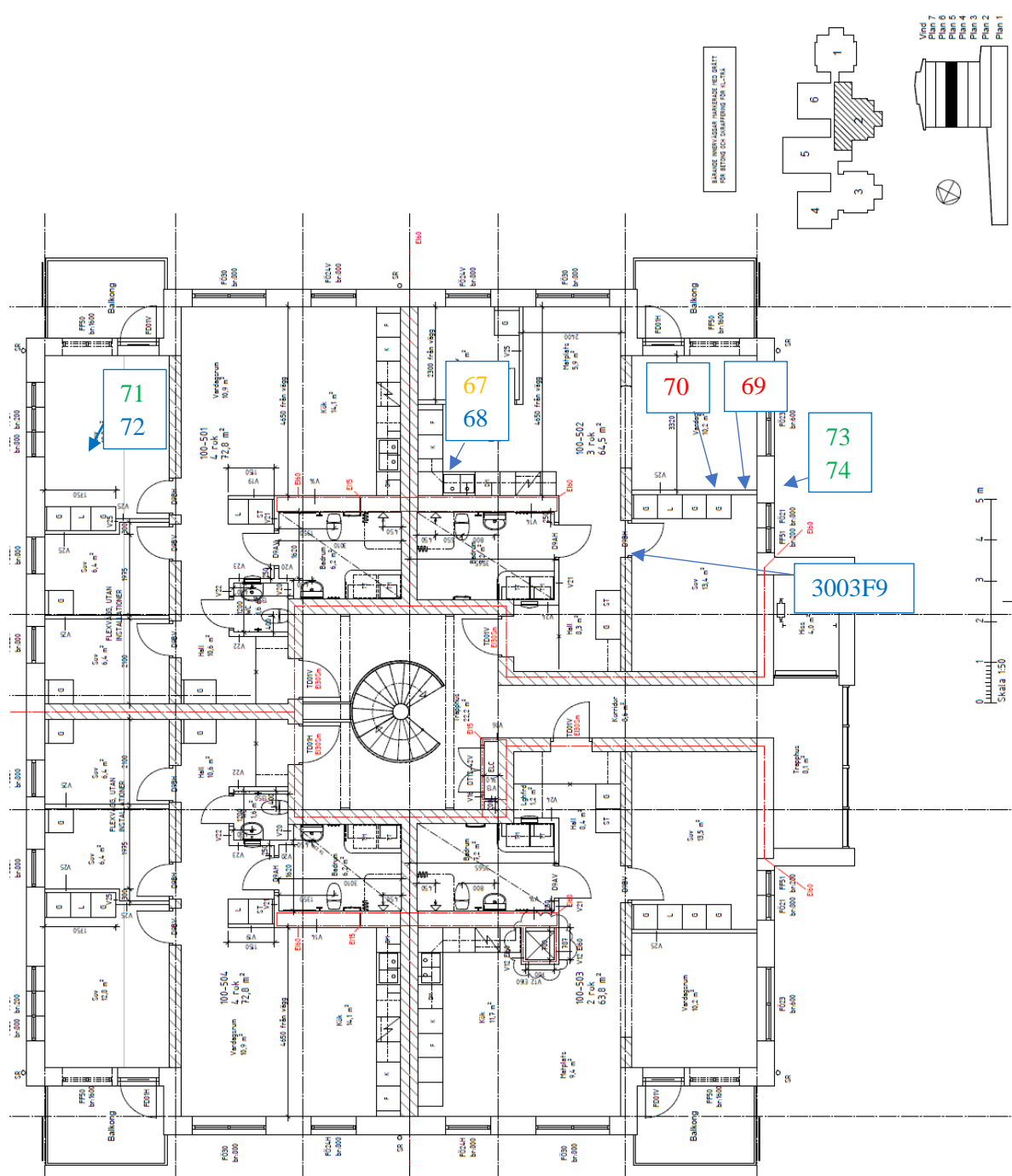
29



Figur 3.19. Hus 2 plan 3

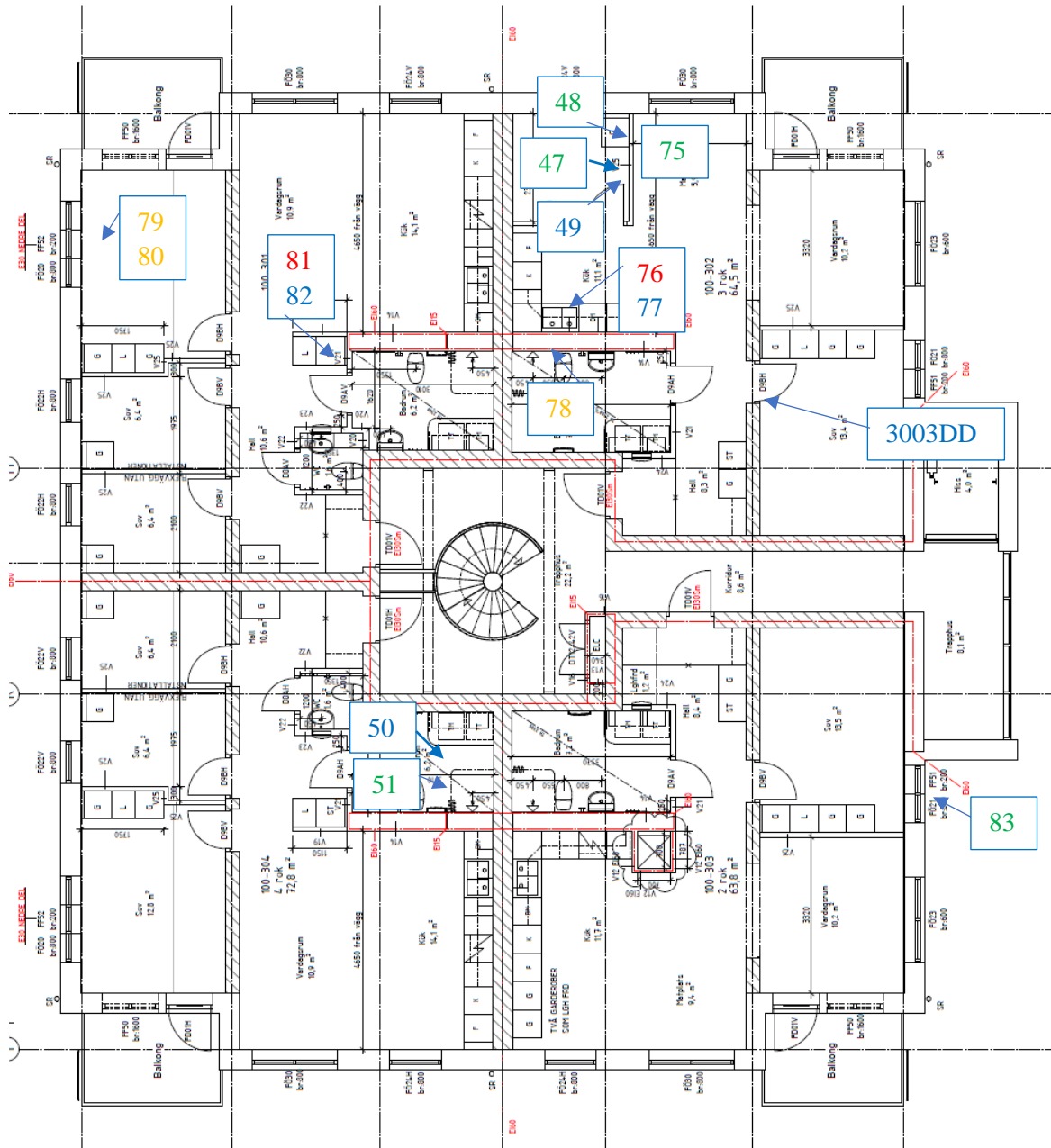


Figur 3.20. Hus 2 plan 4

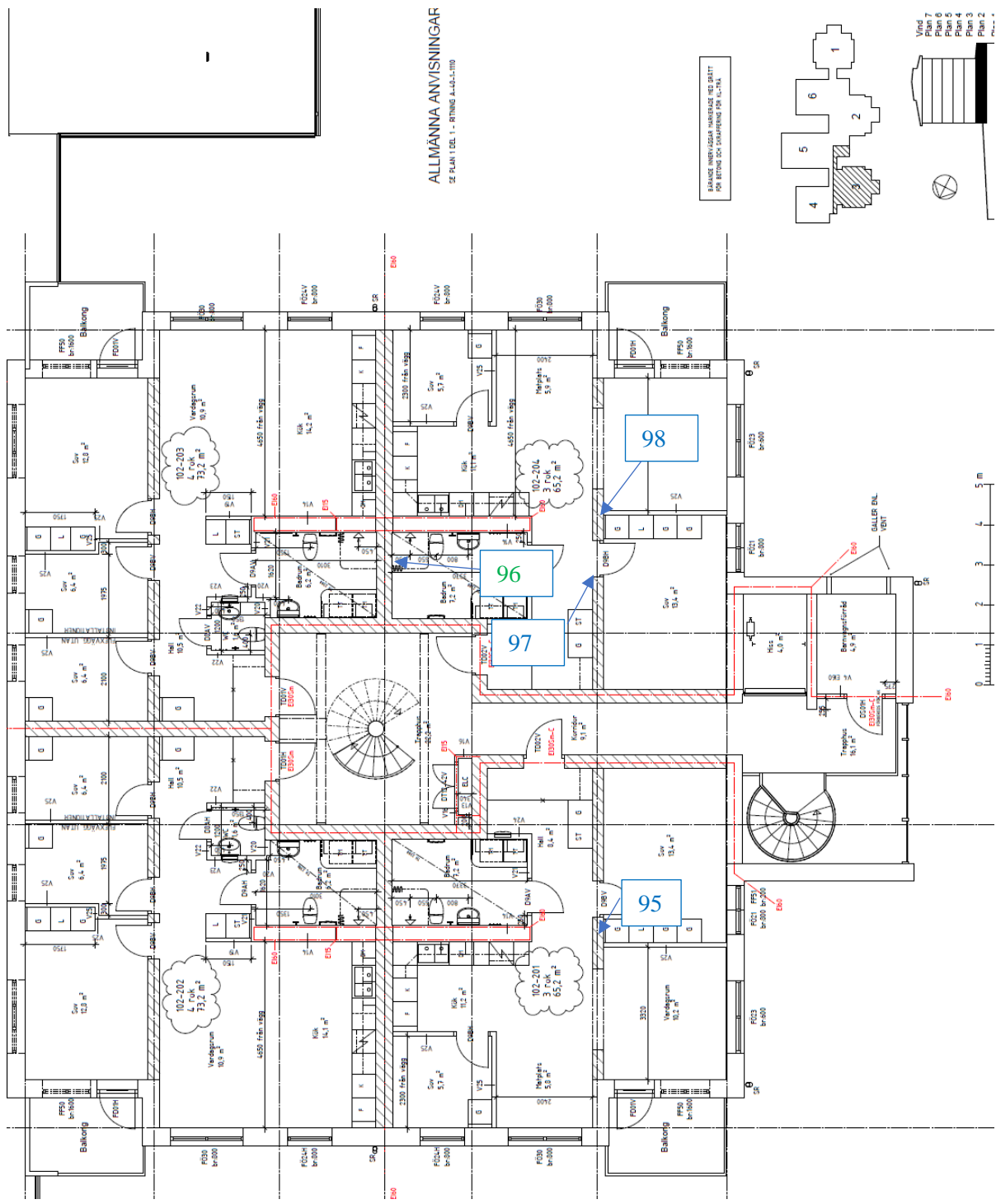


Figur 3.21. Hus 2 plan 5

Hus 2, plan 6

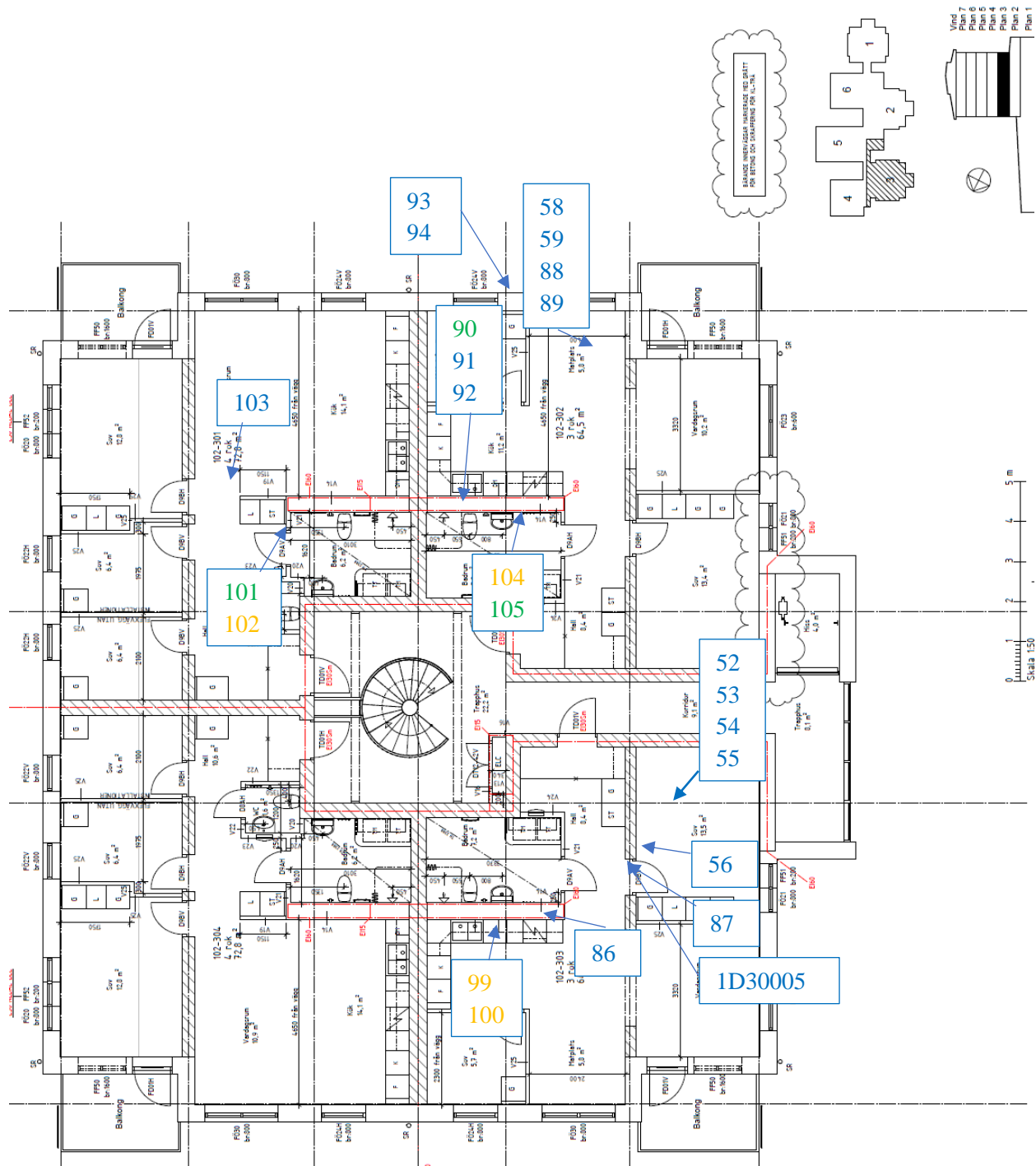


Figur 3.22. Hus 2 plan 6

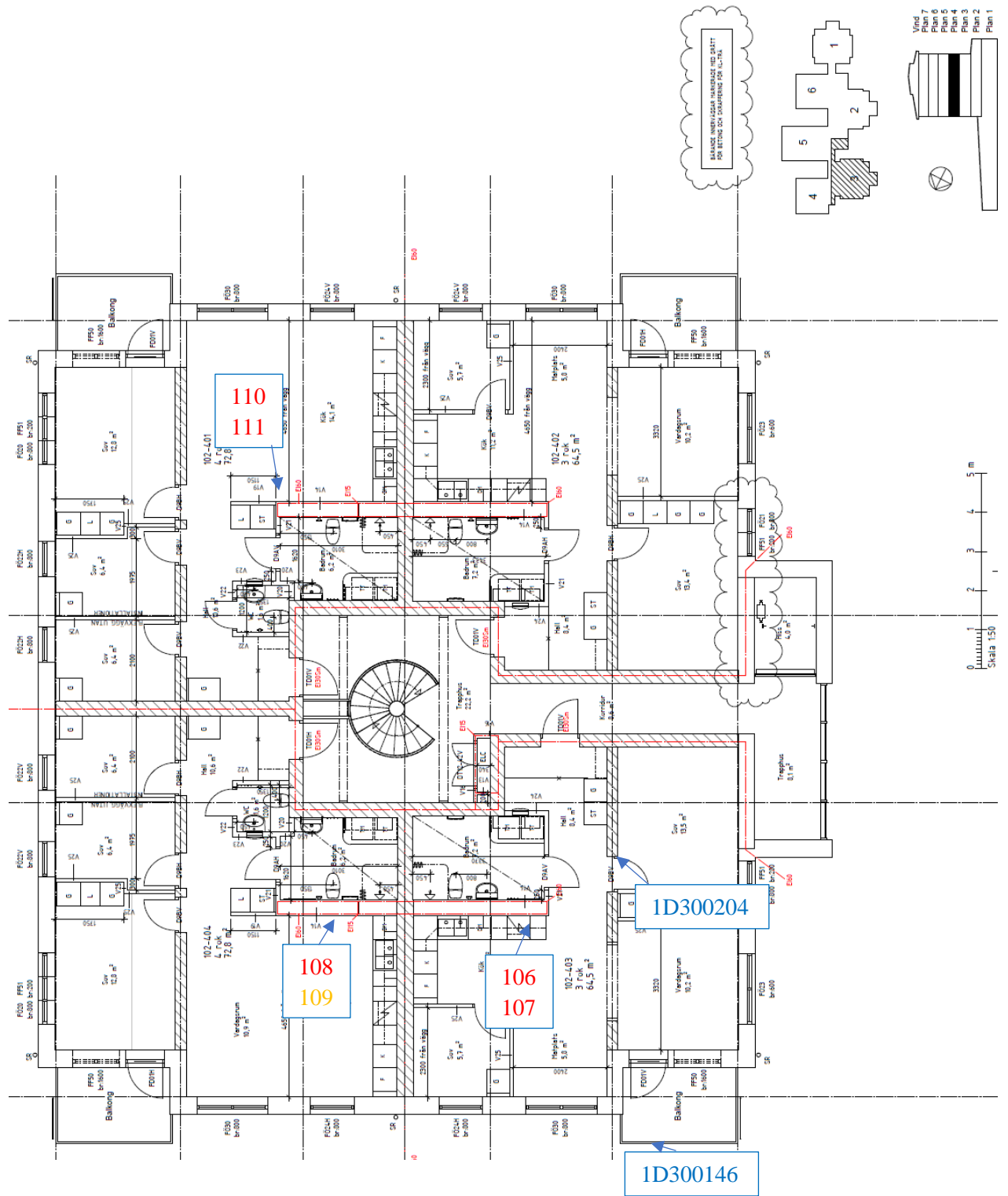


Figur 3.23. Hus 3 plan 2



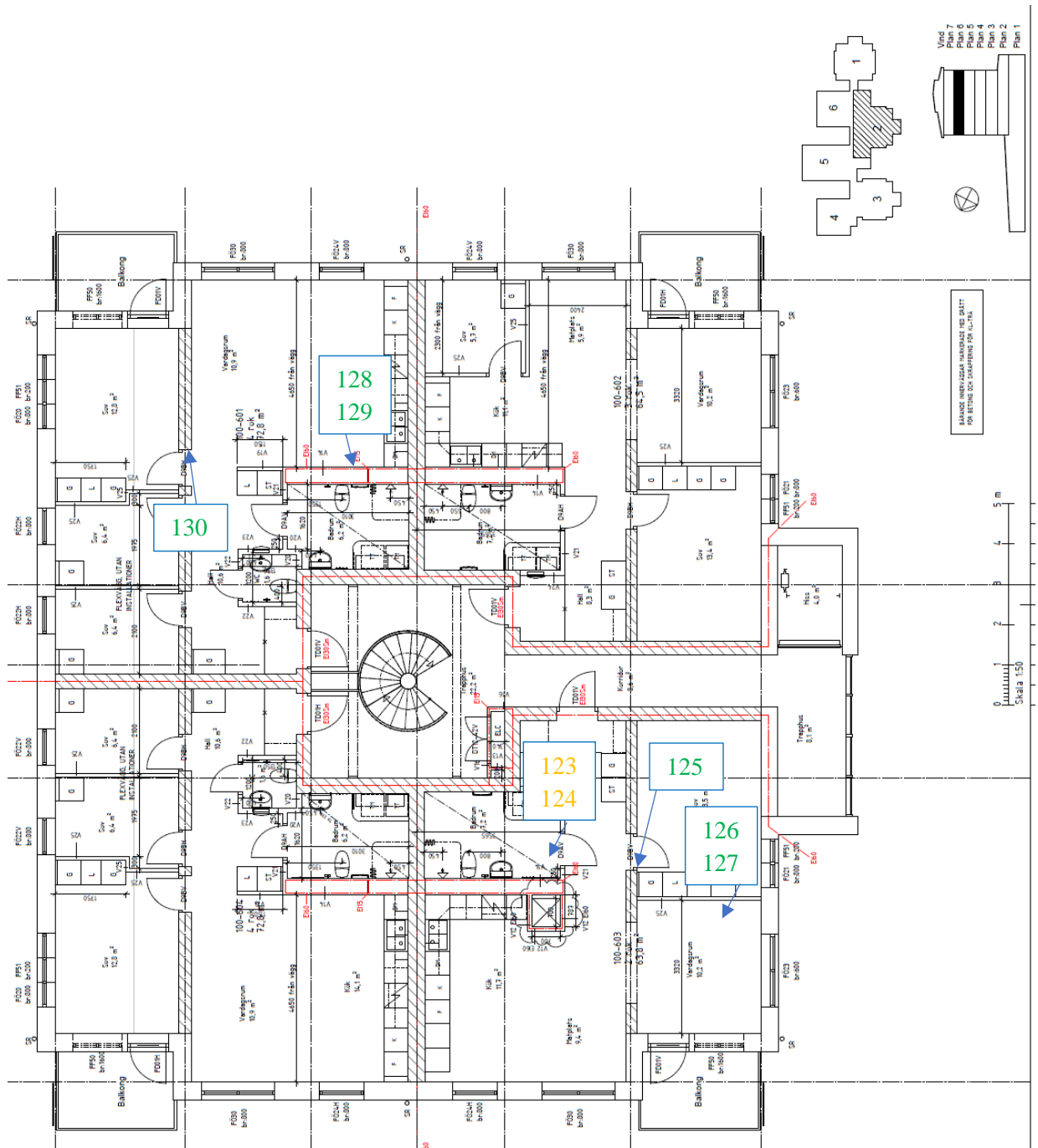


Figur 3.24. Hus 3 plan 3



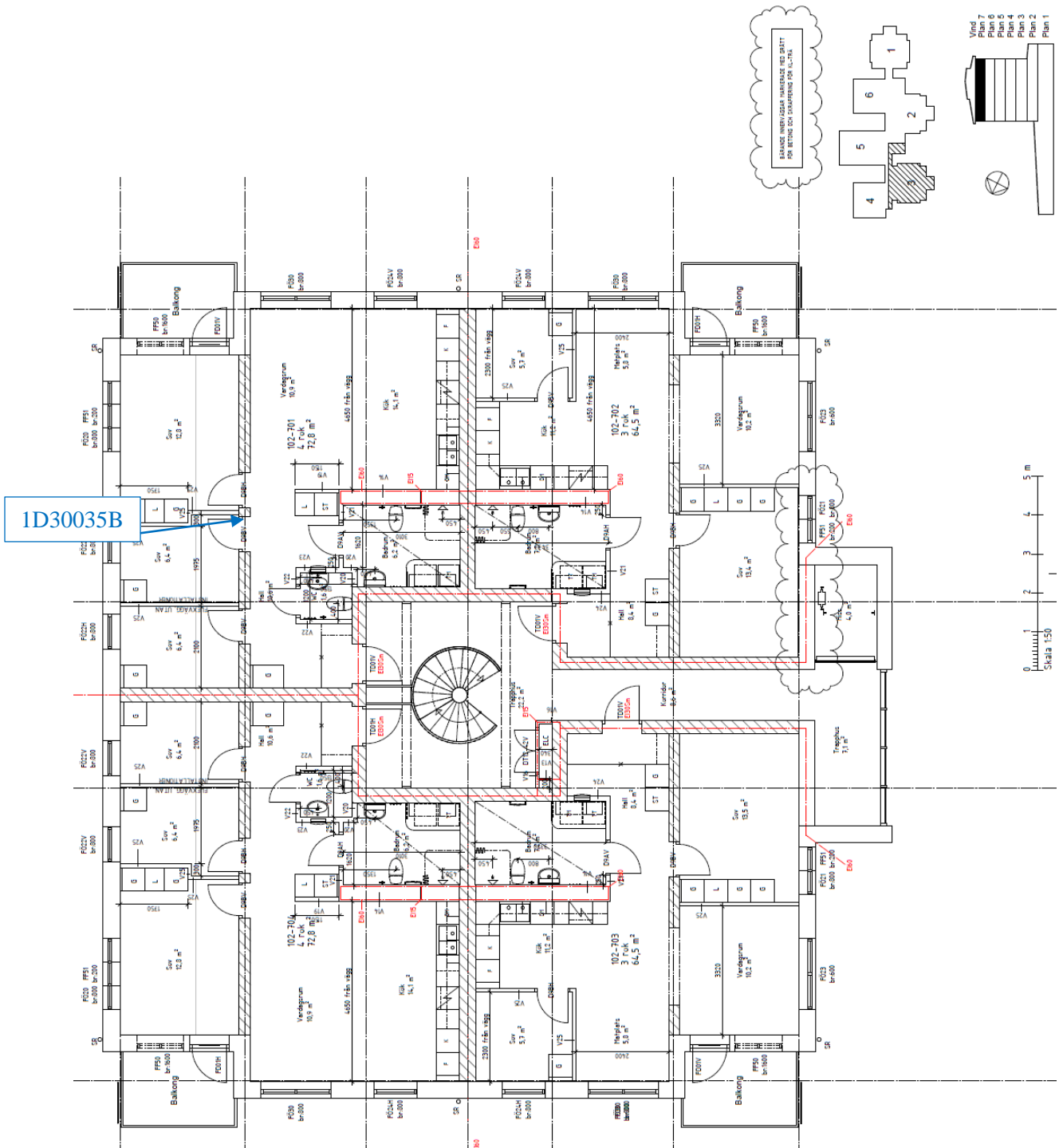
Figur 3.25. Hus 3 plan 4





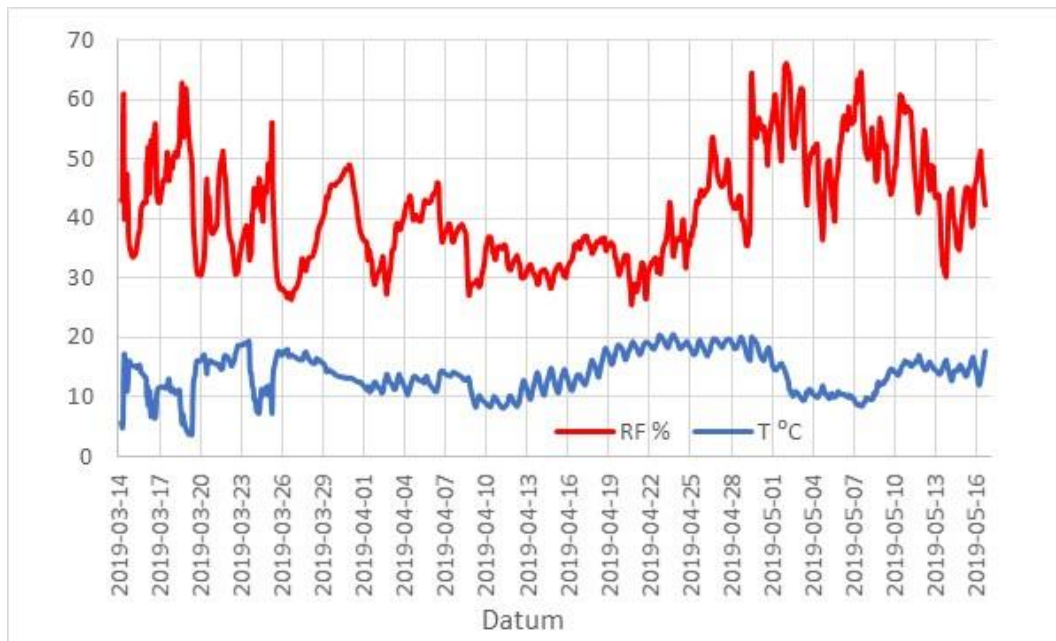
Figur 3.27. Hus 3 plan 6

Hus 3 Plan 7

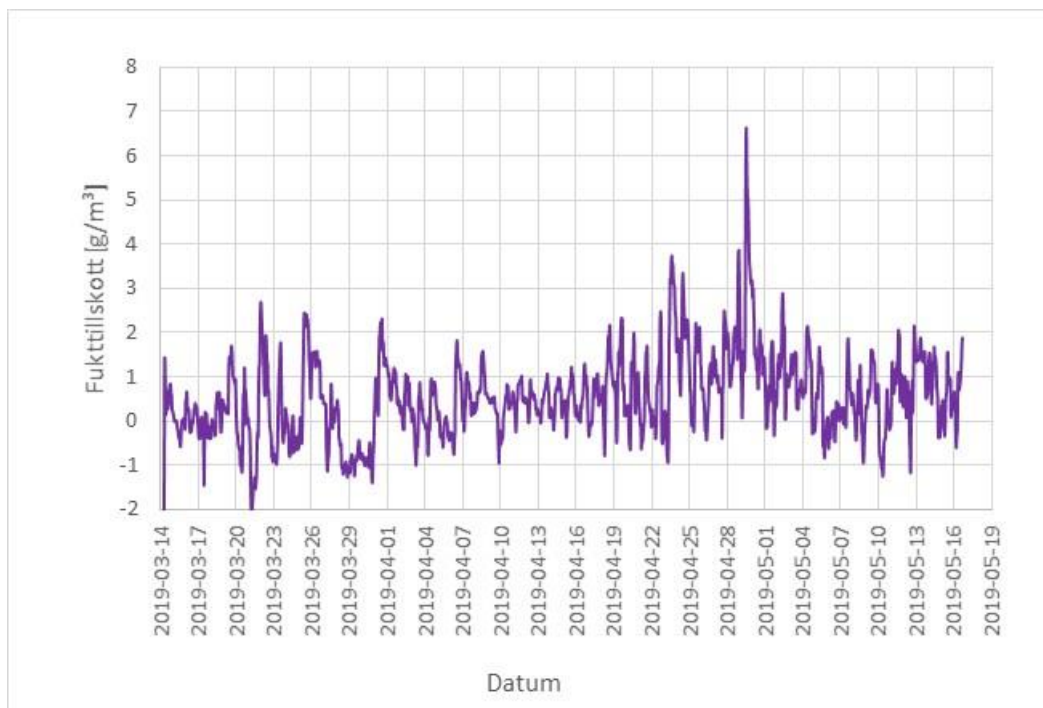


Figur 3.28. Hus 3 plan 7

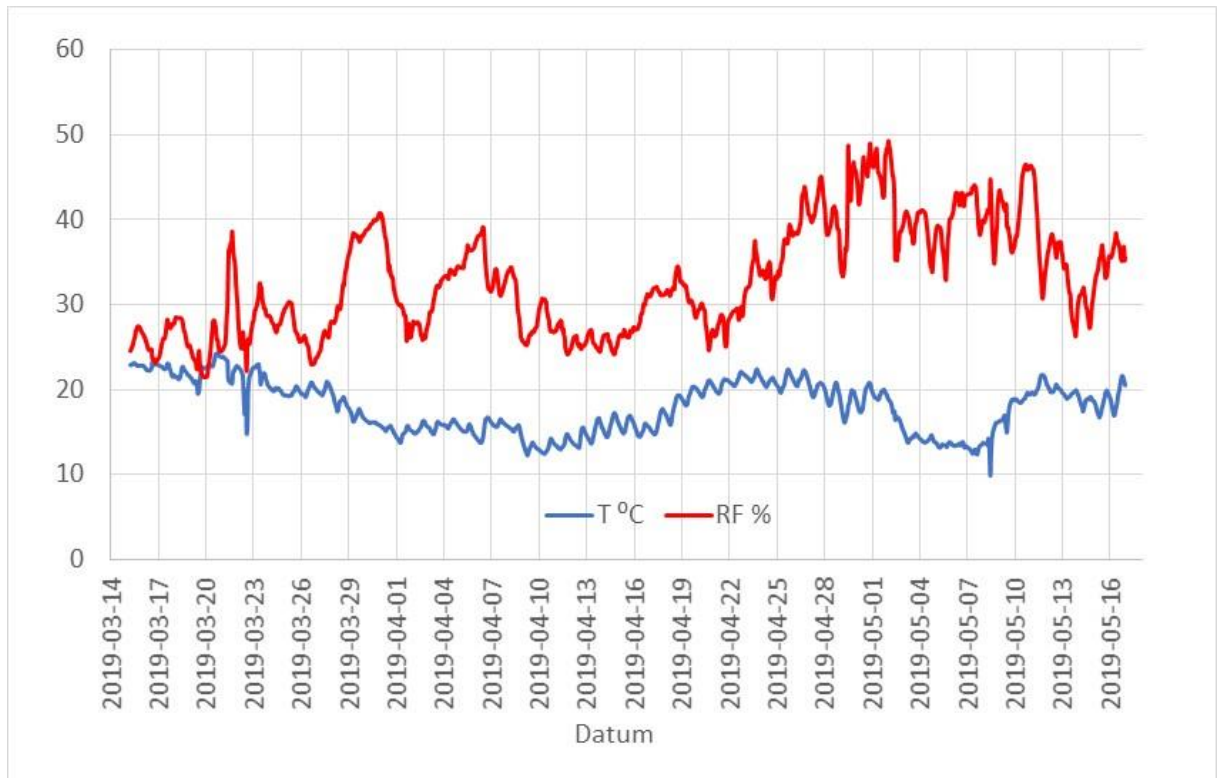
## Mätvärden inomhus



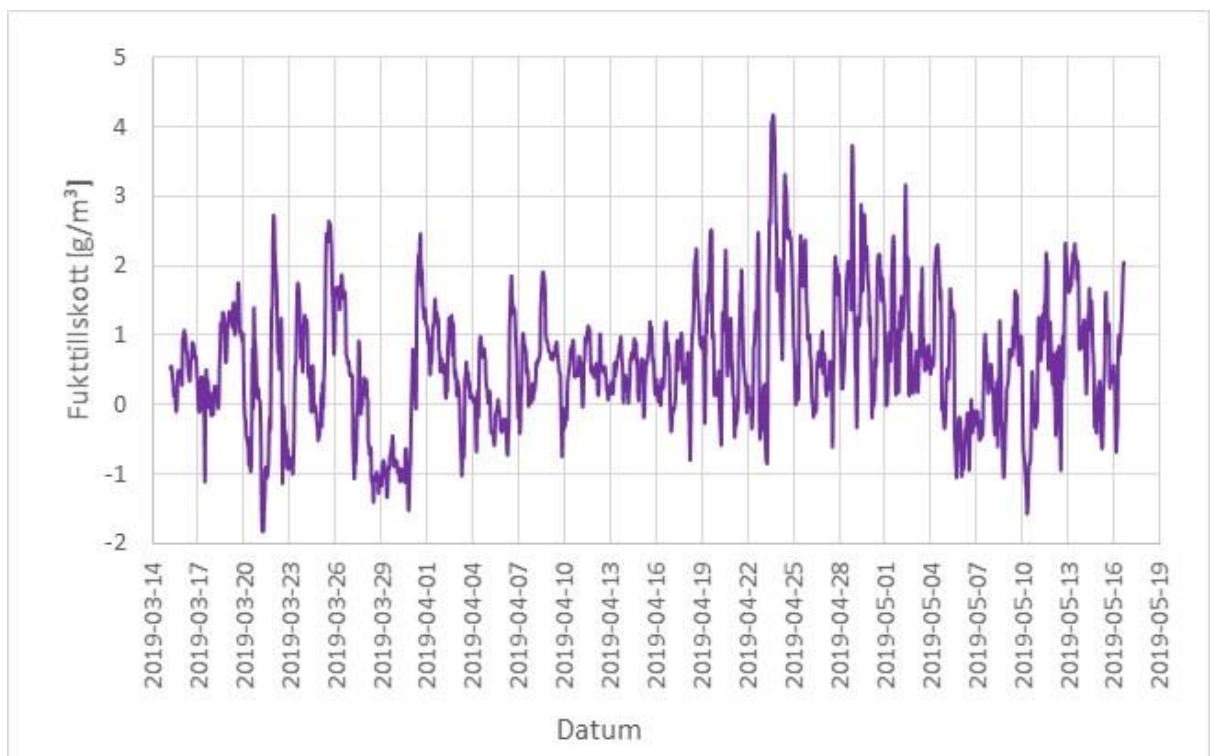
Figur 3.29. RF och temperatur i Hus 2, plan 4 (ID30028B). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg strax under 8 % under hela mätperioden.



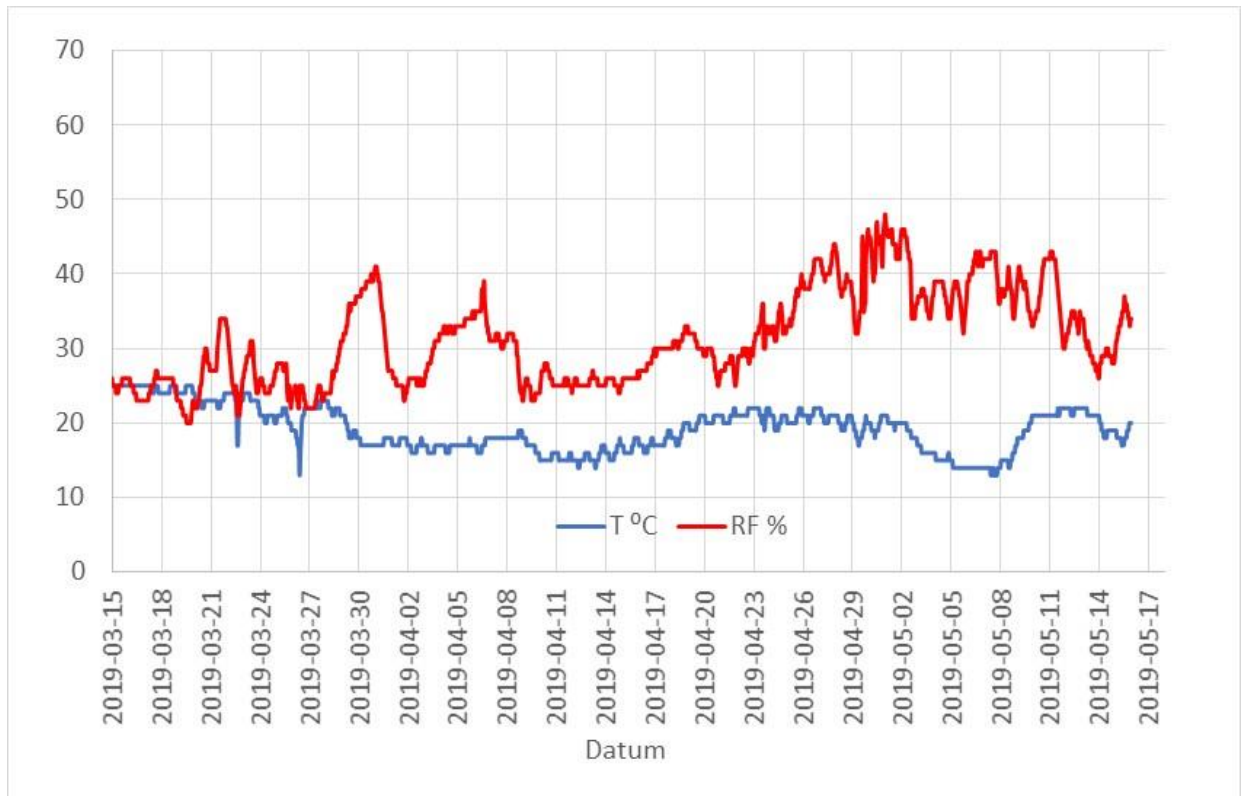
Figur 3.30. Fukttillskott i hus 2 plan 4 (ånghalt inne i relation till ute) (ID30028B).



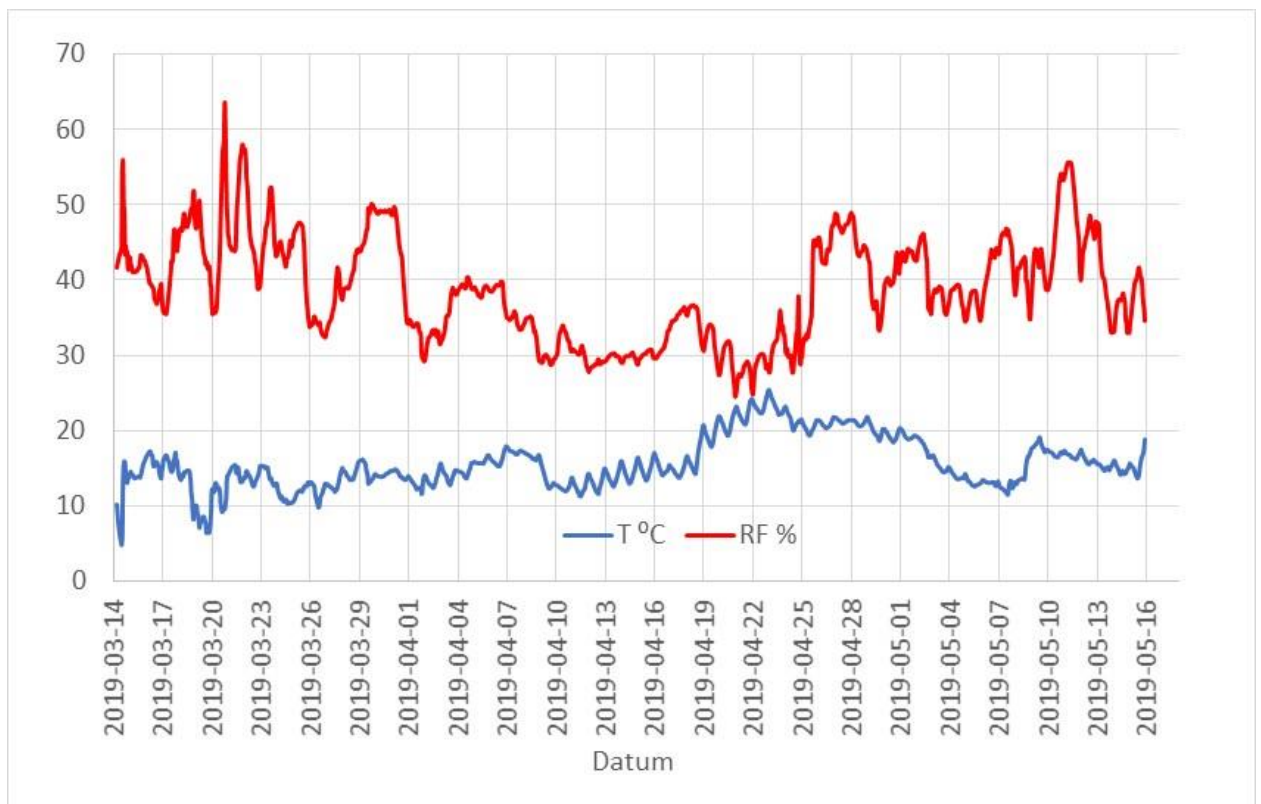
Figur 3.31. RF och temperatur i Hus 2, plan 5 (ID3003F9). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg strax under 8 % under hela mätperioden.



Figur 3.32. Fukttillskott i hus 2 plan 5 (ånghalt inne i relation till ute) (ID3003F9).

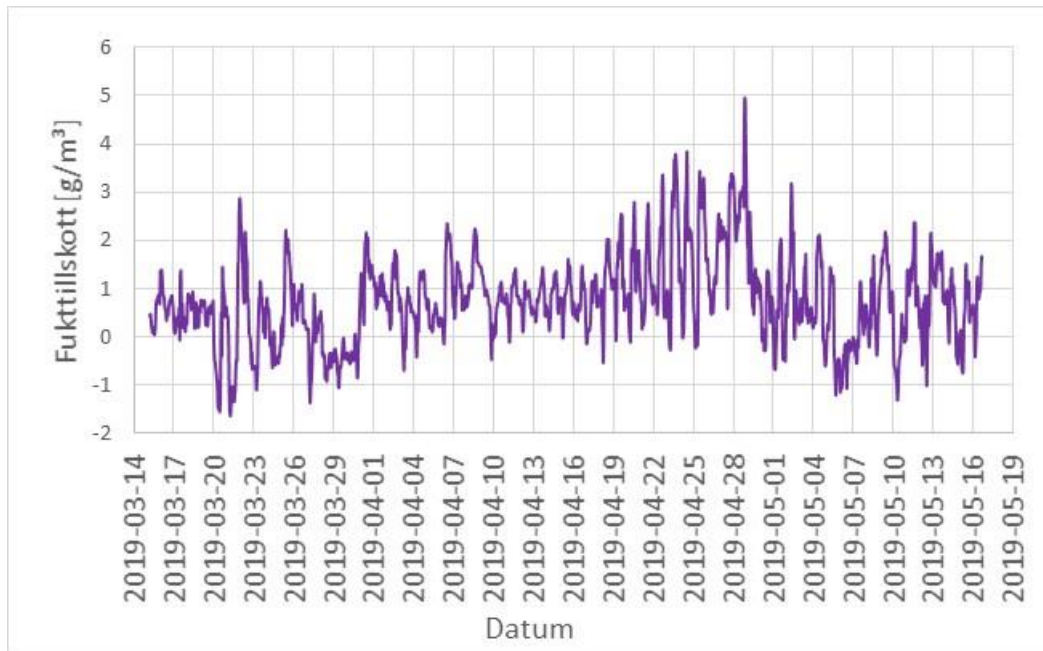


Figur 3.33. RF och temperatur i Hus 2, plan 6 (ID3003DD). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg i princip konstant på under 8 % under hela mätperioden.

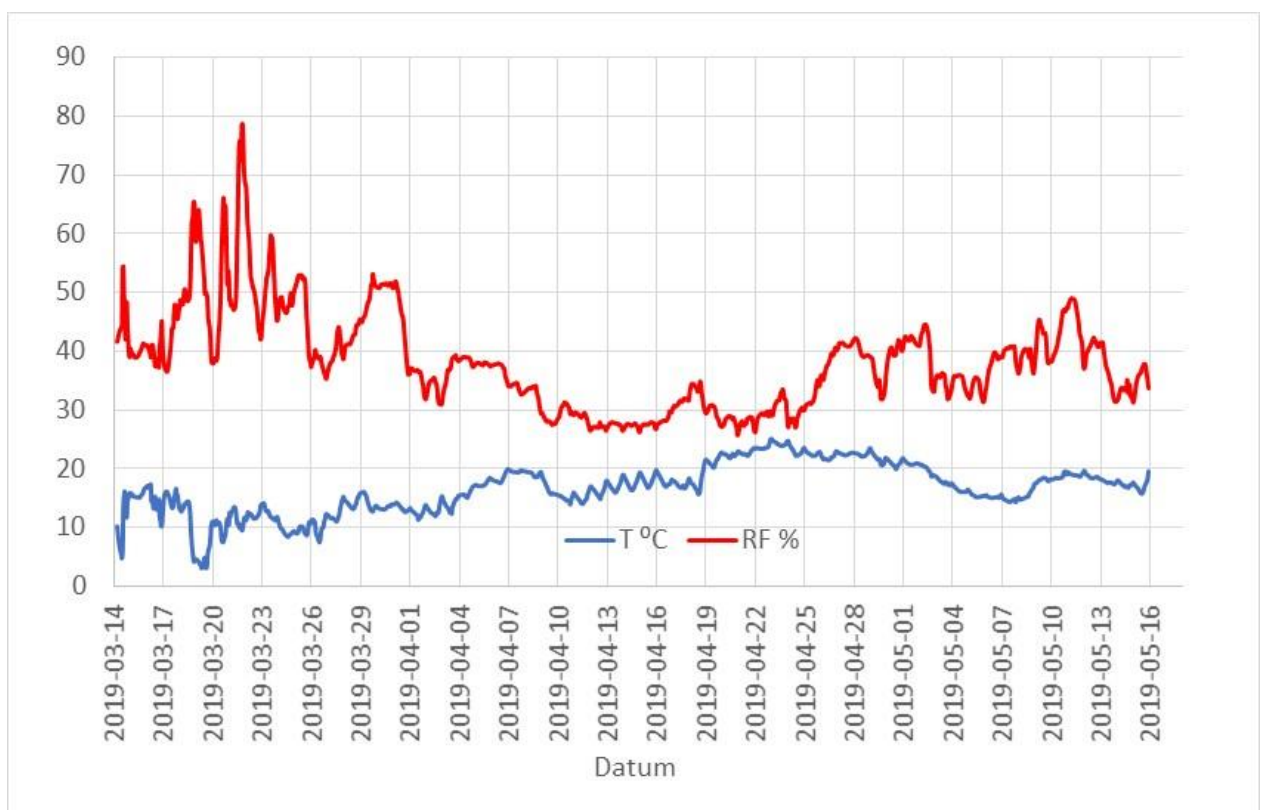


Figur 3.34. RF och temperatur i Hus 3, plan 3 (ID30005D). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg strax under 8 % under hela mätperioden.

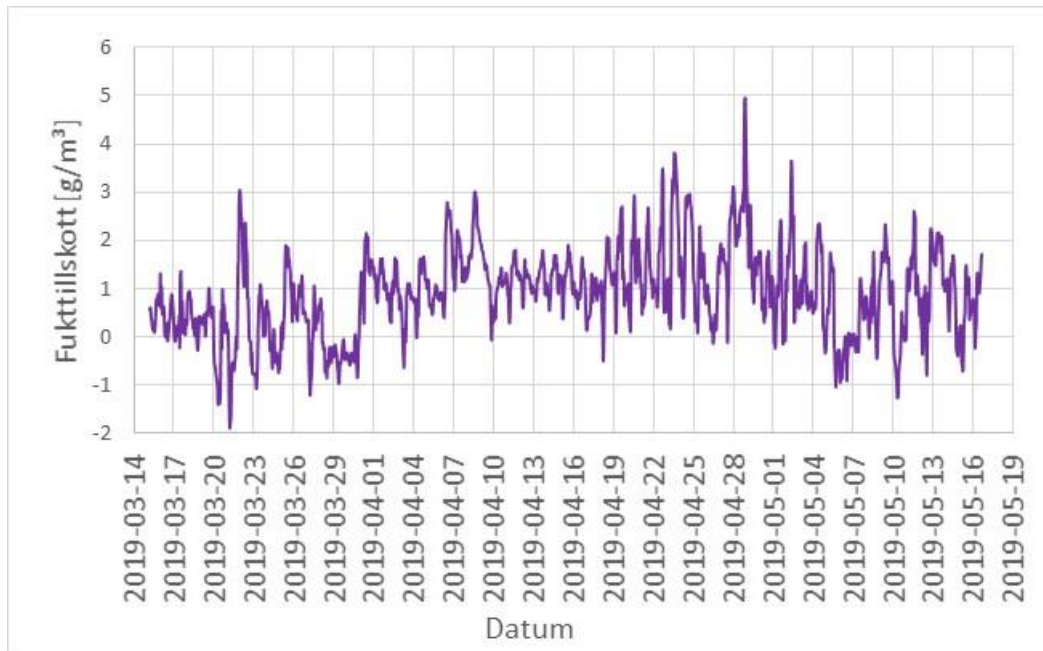




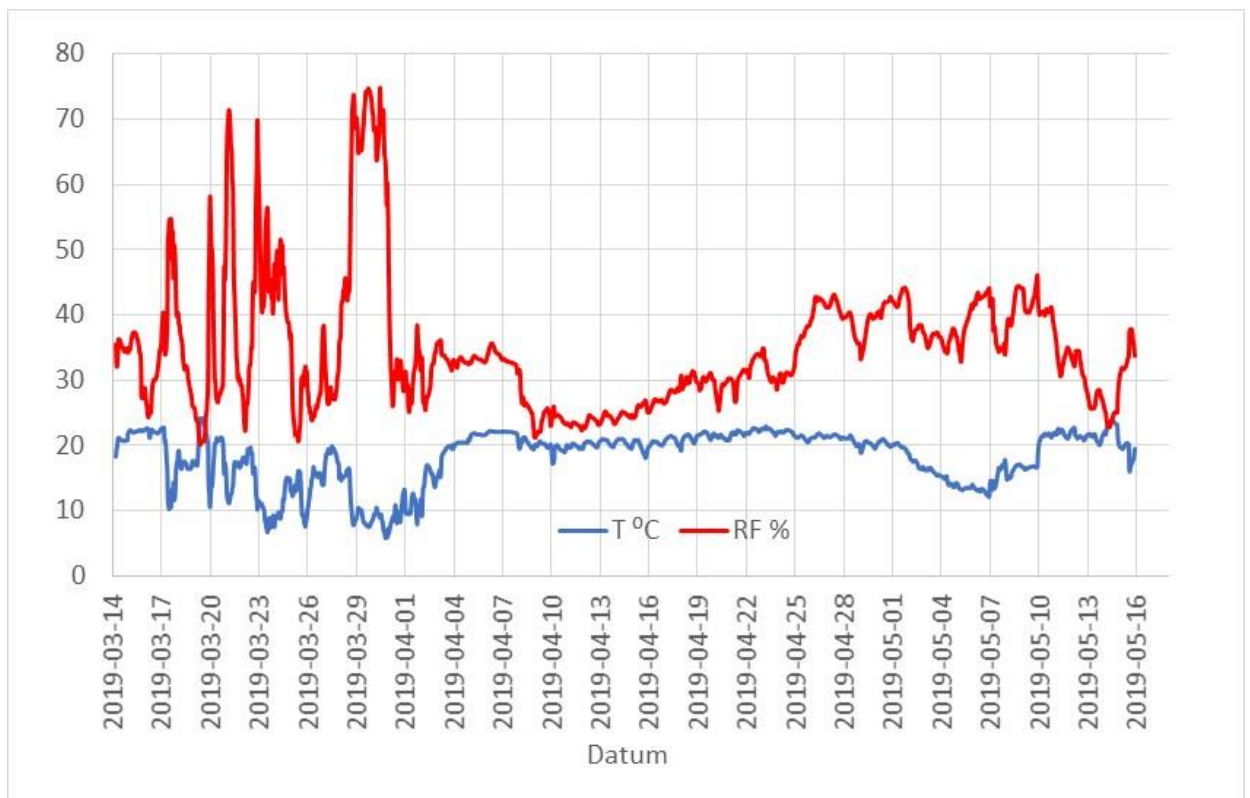
Figur 3.35. Fukttillskott hus 3, plan 3



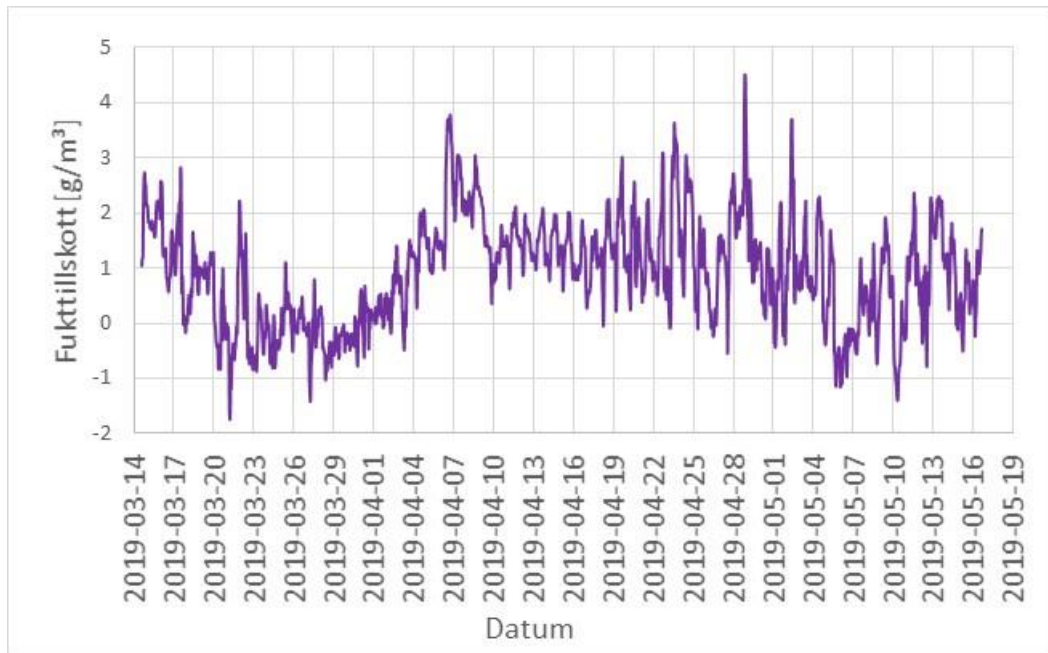
Figur 3.36. RF och temperatur i Hus 3, plan 4 (ID3002D4). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg strax under 8 % under hela mätperioden.



Figur 3.37. Fukttillskott hus3 plan 4



Figur 3.38. RF och temperatur i Hus 3, plan 7 (ID3002D4). Fuktkvoten på väggytan (0-1 cm djup) låg strax under 8 % under hela mätperioden.



Figur 3.39. Fukttillskott hus 3, plan 7

## BILAGA 4

### Sammanställning av fuktronder för objektet i Västsverige

Det är byggherrens fuktsakkunnige som utfört sammanställningen.

Det har inte getts möjlighet att publicera fuktronderna från objekten i Mellansverige.

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	Tejping 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)

			<p>Fuktkvot i bjälklag etapp A (mätt på samma platser som rond 8):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Stickprov plan 2 inga FK över 14%</li> <li>-Stickprov plan 3 Inga FK över 15%</li> <li>-Stickprov plan 4 vid rum 4410 = 13%</li> <li>-Stickprov plan 4 vid rum 4303 = 12%</li> <li>-Stickprov plan 4 vid rum 4302 = 15%</li> <li>-Stickprov plan 4 utanför rum 4312 = 12%</li> </ul> <p>med temperaturkorrigering</p>	<p>Skär bort tejp över lyfthål och även lyftband. Vattensug hål. Gäller samtliga lyfthål i etapp A</p>
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.	<p>Väder: Dimmigt och duggregn 8-10 °C</p> <p>Fuktkvot i bjälklag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Stickprov där det stått vatten men nu torrt = 13,9 %.</li> <li>-Stickprov där det inte stått vatten= 14,2 %.</li> </ul> <p>med temperaturkorrigering</p>	
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



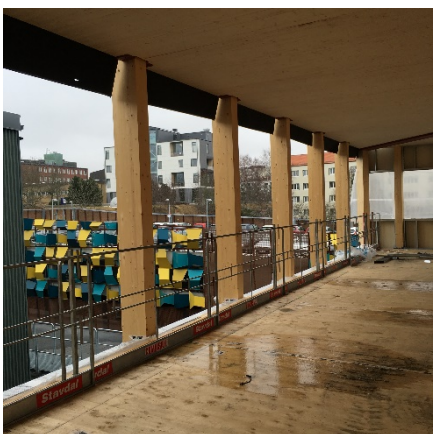
2. 18-02-14



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