

HELTÄCKANDE VÄDERSKYDD

Byggeklimat och arbetsmiljö

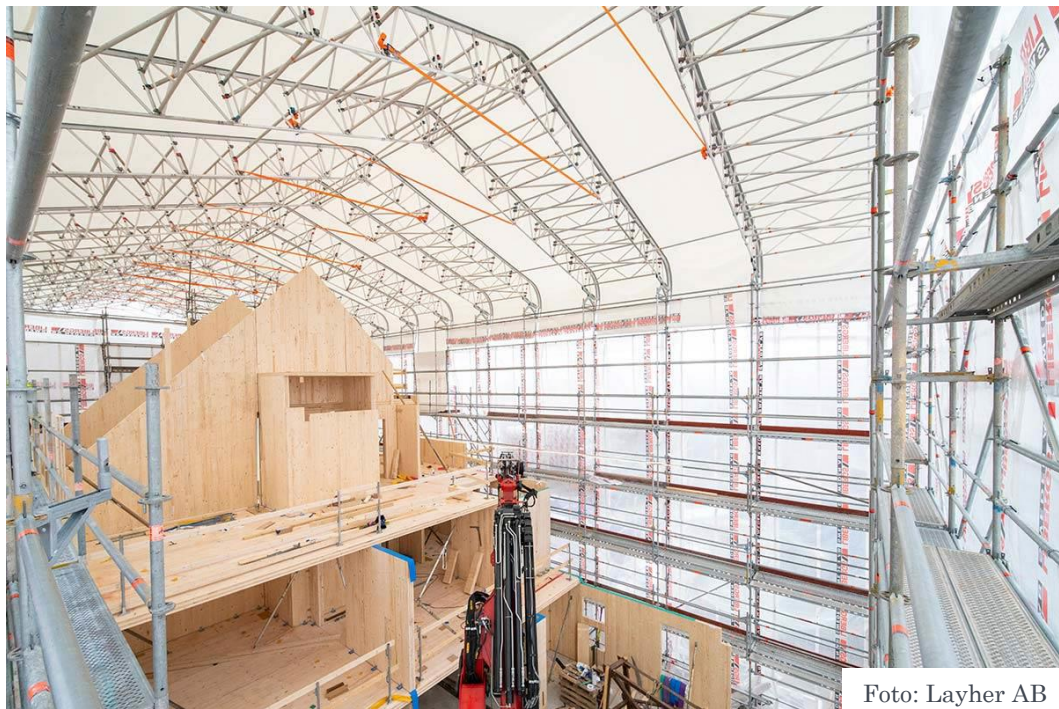


Foto: Layher AB

Oscar Eriksson
Charlotte S Tengberg
Åsa Bolmsvik

2023-03-01

FÖRORD

Väderskydd är en het fråga i branschen, där det finns olika uppfattningar om hur det kan eller inte kan bidra till hälsosamma byggnader som uppförs på ett produktionsmässigt effektivt sätt. Med detta SBUF-projekt vill vi bidra till att öka kunskapen kring väderskydd, ur båda nämnda aspekter. Projektets arbetsgrupp har bestått av Charlotte Svensson Tengberg, Åsa Bolmsvik, Oscar Eriksson, Emma Brycke och Linda Martinsson, Skanska, samt Pernilla Johansson och Gunilla Bok, RISE. Mikrobiologisk analys av prover gjordes av Gunilla Bok, RISE. Prediktion med hjälp av mögelmodeller gjordes av Pernilla Johansson, RISE, som också skrivit avsnitt kring mikrobiella analyser och mögelmodeller. Huvudförfattare till rapporten är Oscar Eriksson, Charlotte Svensson Tengberg och Åsa Bolmsvik.

Ett stort tack till alla de byggprojekt som lånade ut sina byggplatser och sin tid till mätningar. Vi har valt att aidentifiera projekten i rapporten, för att behålla fokus på resultat och slutsatser, men inte desto mindre stort tack!

Tack till SBUF som gjorde projektet möjligt genom sitt bidrag och till deltagande företag samt FoU-Väst. Ett stort tack också till vår breda referensgrupp för värdefull input både i uppstarten av projektet och vid slutförandet. Det har varit ovärderligt att ha entreprenörer, byggherrar, väderskydd och ställningsleverantörer, materialleverantörer, arbetsmiljörådgivare, facklig representant och forskningsinstitut som bollplank.

- Anders Ljungberg, Stephen Burke, NCC
- Jonas Averius, Peab
- Rolf Jonsson, Besab
- Pär Åhman och Christine Olofsson, Byggföretagen
- Mattias Henriksson, Anders Eriksson, Grönbo
- Tony Söderena, Vöfab
- Nikolaj Murikoff, ABAB Sverige AB
- Camilla Borghi, Per Hammar, Layher
- Jacob Maintz, SiteCover
- Daniel Sillén, Skanska Rental
- Hans Bolin, Xervon
- Håkan Carlsson, Ställningsentreprenörerna, STIB
- Kari Tienari, Ramirent
- Lars Olsson, Pernilla Johansson, Gunilla Bok, RISE
- Jens Åkervall, Nordtec
- Thomas Juhl, Sensohive/Maturix
- Henrik Prohaszka, Byggföretagen
- Ulf Kvarnström, Byggnads

Författarna, Göteborg, januari 2023

SAMMANFATTNING

I dag ses en ökande trend av byggnation med trästommar. Trä är ett material med låg CO₂-belastning, och många aktörer menar att trä kommer att behöva användas i ännu högre omfattning för att byggbranschen ska klara sina klimatmål. Trä har en stor potential som stommaterial där framförallt korslimmat trä (KL-trä eller CLT) är en vanlig produkt. Byggnation med trä är dock förknippat med materialspecifika kvalitetsrisker. Framför allt under produktionsskedet kräver materialet en omsorgsfull hantering för att inte riskera att drabbas av mikrobiell påväxt. Här råder oenighet i branschen kring vilka åtgärder som krävs för att kvalitetssäkra stommen.

Heltäckande väderskydd nämns ofta som en lösning för en mer kvalitetssäker byggprocess. Denna studie avser att djupare jämföra byggnation med heltäckande väderskydd gentemot att bygga under bar himmel. Utöver den uppenbara fördelen med att väderskyddet skyddar byggnaden från nederbörd finns indikationer på ett varmare och torrare klimat inuti väderskyddet. Jämförelsen görs genom att mäta klimat (temperatur och relativ fuktighet) i respektive utanför ett antal heltäckande väderskydd och analysera hur klimatet i väderskyddet. De uppmätta värdena har även analyserats med hjälp av mögelmodeller, Mogli och MRD, för att studera hur risken för mikrobiell påväxt påverkas. Ett antal provkroppar av KL-trä har i de olika projekten monterats i väderskyddet samt utomhus. Dessa har sedan mikroskopats avseende mikrobiell påväxt för att studera hur KL-trä påverkats av aktuella förhållanden.

Mätningarna visar att klimatet i väderskyddet i regel är lite varmare och torrare än utomhus. Den stora fördelen är dock att träkonstruktionen är skyddad från nederbörd. I tre av fyra fall visar de mikrobiella provtagningarna att påväxt förekommer på de provkroppar som placerades utomhus, ÄVEN på den provkropp som monterades vertikalt, dvs som en vägg. Någon förhöjd mikrobiell påväxt fanns inte på någon av provkropparna som monterades i väderskyddet. Vid tretton av femton studerade mätplatser, visar MRD- och Mogli-modellerna att risk för mikrobiell påväxt inte finns. Vid resterande två mätplatser visar Mogli-modellen potentiell risk, medan MRD-modellen visar ingen risk.

En annan aspekt som diskuteras i samband med byggnation med väderskydd är hur dessa påverkar arbetsmiljön, där arbetsmässiga fördelar ofta nämns. Denna studie ämnar öka kunskapsläget genom att genomföra enkätundersökningar hos medarbetare på de studerade projekten med väderskydd.

Enkätundersökningarna visar generellt att väderskydden ger en positiv inverkan på arbetsmiljön. I sju av åtta studerade fall önskade de svarande ett väderskydd i nästa projekt med hänsyn till arbetsmiljö. Enkätundersökningarna visade dock att den upplevda arbetsmiljön påverkades av vilken sorts väderskydd som användes. Tälthallar och väderskydd på ställning upplevdes generellt som fördelaktiga avseende arbetsmiljö. Öppningsbara väderskydd upplevdes däremot som mer problematiska. De vanligaste positiva kommentarerna gällde att inte utsättas för nederbörd och vind. Samtidigt kunde väderskyddet i många fall bidra till ökad flexibilitet och ökad säkerhet på grund av minskad halkrisk. Framför allt momentet att öppna och stänga väderskyddet ansågs vara tidskrävande och förknippat med olycksrisker. Många projekt upplevde även utmaningar med snöskottning av taket och med inlastningen av material.

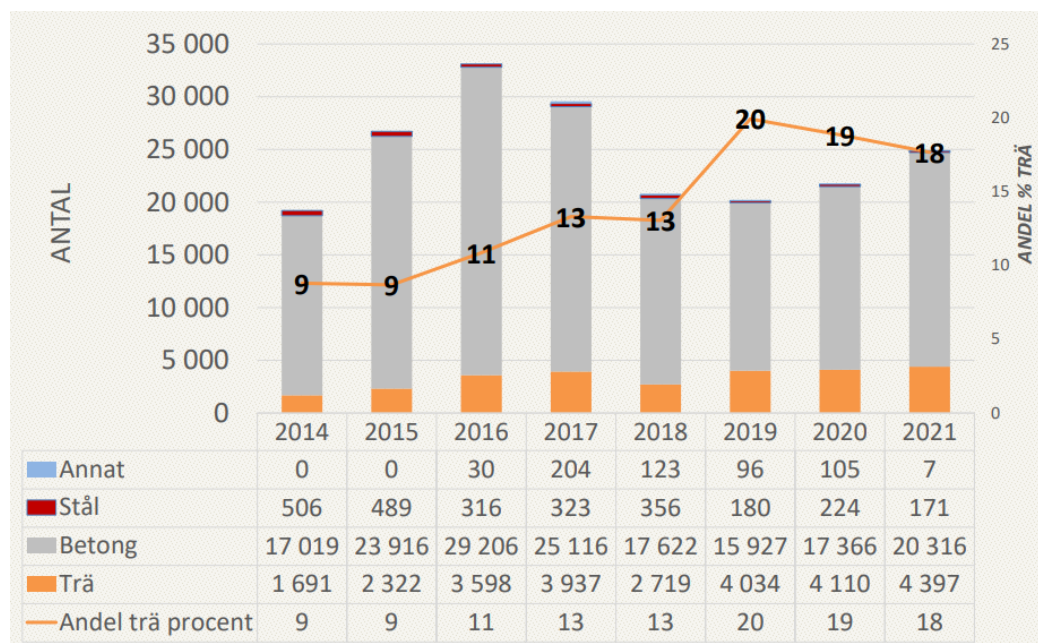
INNEHÅLL

BAKGRUND	1
SYFTE	2
METODIK	3
OMVÄRLDSBEVAKNING	3
ENKÄT	3
MÄTNINGAR.....	3
<i>Fukt och temperatur</i>	4
<i>Mikrobiell analys</i>	5
<i>MOGLI-modellen</i>	7
<i>MRD-modellen</i>	8
STUDERADE MÄTOBJEKT	8
RESULTAT OCH DISKUSSION	8
OMVÄRLDSBEVAKNING	8
<i>Väderskydd och arbetsmiljö</i>	9
<i>Väderskydd och byggklimat</i>	10
ARBETSMILJÖENKÄT	11
MÄTNINGAR.....	12
<i>Hygrotermiska mätningar</i>	12
<i>Mikrobiell analys och mögelmodeller</i>	19
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	20
DISKUSSION.....	20
<i>Analys av mikrobiell påväxt</i>	20
<i>Byggklimat</i>	20
<i>Arbetsmiljö</i>	21
SLUTSATSER	22
BEHOV AV FORTSATT ARBETE	23
LITTERATURFÖRTECKNING	24
BILAGOR	
A. MÄTDATA	
B. ENKÄT	

BAKGRUND

Det finns en rad belagda fördelar med heltäckande väderskydd – väderskydd med tak och väggar. I SBUF-projektet 13499 (Brycke & Martinsson, 2018) rapporteras möjligheter att använda väderskydd för att proaktivt undvika onödig uppfuktning och därmed minska risken för skador med skadehantering och svåra uttorkningssituationer som följd. Väderskydd framhålls även som en möjlighet att förbättra förutsättningarna för en rationell produktion, säkrare kvalitetsstyrning med minskad riskkostnad i projektet för uppföljning och hantering av fuktrisker, samt andra nyttor som förutsättningar för förbättrad arbetsmiljö och produktivitet. Som uppföljning till detta initierades ett SBUF-projekt, SBUF 13881 (Jonsson & Persson, 2021), för att undersöka hur en förändrad byggprocess för träbyggande med väderskydd och ökad industrialisering skulle kunna minska kostnads- och kvalitetsrisker och ge tids- och kostnadsbesparingar jämfört med traditionella byggmetoder. Detta rapporterade en förbättrad byggprocess där väderskyddet varit en förutsättning för att i planeringen kunna sänka byggtiden med 50%.

Träbyggande ökar inom husbyggande, både internationellt och i Sverige. Under 2019 ökar antalet producerade lägenheter i flerbostadshus med trästomme med nästan 50%, samtidigt som marknadsandelen för trä ökar till 20%. Andelen nyproducerade lägenheter med trä har sedan sjunkit marginellt men antalet lägenheter fortsatt att öka under 2020 och 2021 (www.tmf.se, 2023-01-31), se Figur 1.



Figur 1: Andel flerbostadshus med olika stommaterial. Antalet trästommar fortsätter öka och ligger numera på knappt 20% av andelen (www.tmf.se, 2022-01-31).

Samtidigt som träbyggandet vinner mark finns en del frågetecken kring fukt i byggskedet för träbyggna. I ett SBUF-projekt, SBUF 13548 (Olsson, 2019), konstaterades att det är problematiskt att undvika mikrobiell påväxt vid byggande utan väderskydd. I studien undersöktes fyra byggnader som uppfördes utan väderskydd och av 200 mikrobiella prover på trästommen visade ungefär hälften förhöjd mikrobiell påväxt. Värt att notera är också att några prover togs långt innan tätt hus och klimatstyrd byggnad, vilket innebär att andelen troligen skulle kunna vara högre om alla prov tagits i slutet av byggperioden. Författaren konstaterar att väderskydd är en förutsättning för att göra denna typ av byggande kvalitetssäkrat.

Även i ett projekt (SBUF 13535) som studerade metod för att undvika seriefel vid införandet av ny teknik i byggbranschen (Svensson Tengberg C. , 2022) utfördes en teoretisk studie på korslimmat trä under produktionsskedet, där väderskydd konstaterades vara en förutsättning för en rimlig risknivå för det studerade fallet. Vidare noterades att faktorer som årstid, geografi, tidplan för byggnation samt detaljutformning teoretiskt medför stora skillnader i utfall (Svensson Tengberg & Hagentoft, 2021). I samma projekt gjordes också en uppföljning av ett projekt med heltäckande väderskydd med mycket klimatdata från mätningar både i och utanför väderskyddet (Svensson Tengberg & Bolmsvik, 2021). Förutom det uppenbara att trämaterialiet inte utsattes för nederbörd, observerades en positiv effekt av väderskyddet avseende fukt och temperaturförhållande, vilket resulterade i en väsentligen sänkt risk för mikrobiell påväxt i väderskyddet. Denna undersökning omfattade bara ett projekt och med hänsyn till att variationen har så stor inverkan noterades ett stort behov av ytterligare data. Vid kontakt med leverantörer av lösningar för heltäckande väderskydd, konstateras att väderskyddslösningarna normalt är utan styrt klimat och att referensprojekt med dokumenterade fukt- och temperaturförhållanden inuti väderskyddet vid byggnation saknas. Detta är också ett område som inte är utforskat i den akademiska litteraturen. En del byggare framhåller farhågor om kondens i väderskydd, baserat på erfarenheter från mindre och temporära konstruktioner. Även övertemperaturer sommartid är en farhåga som framhålls. Det råder också en oenighet i byggbranschen idag om väderskydd behövs eller inte. Flera av de större byggaktörerna lutar idag åt att förespråka väderskydd i större byggprojekt, medan andra aktörer förhåller sig mer skeptiska. Oenighet och osäkerhet rörande väderskydd kan skapa problem i branschen, både i form av risk för kvalitetsbrister och framtida inomhusproblem. Det ger en obalans i konkurrens i form av osunt risktagande.

Det är tydligt att data saknas för byggklimatet i heltäckande väderskydd, och att detta hade kunnat vara en pusselbit för att minska oklarheter kring ett heltäckande väderskydds roll för material och arbetsmiljö. För att öka kunskapen om hur väderskydd bäst används och bättre kunna förutse klimatförhållanden i dem och hur det praktiskt fungerar har detta projekt fokuserat på att bidra med sådan data, genom att mäta och utvärdera väderskyddets inverkan på klimatet och arbetsmiljön i ett flertal olika projekt och geografiska lägen i landet.

SYFTE

Projektets syfte är att bidra till förbättrade förutsättningar för en kvalitetssäkrad och därmed ökad väderskyddsanvändning vid byggande med KL-trä. Detta görs genom att undersöka möjligheter för ett gynnsamt byggklimat och god arbetsmiljö för olika förutsättningar, till exempel geografiskt läge, utformning, fuktillskott, säsongsvariationer. Studien utförs genom omfattande mätning och analys av klimatförhållanden, mikrobiell provtagning samt arbetsmiljöenkät i ett antal byggprojekt med väderskydd. Med ”väderskydd” avses i denna rapport heltäckande, externa väderskydd bestående av både tak och väggar enligt definition från SBUF 13499 (Brycke & Martinsson 2018).

Genom att införskaffa bra erfarenhetsdata och kunskap om hur klimatet påverkas i ett väderskydd kan branschen få underlag för en samsyn kring dess inverkan på risk för kvalitetsbrister. Byggbranschen kan nyttja studiens resultat genom att ställa grundade krav avseende väderskydd. Genom att tillämpa kunskapen från detta projekt väntas en jämnare kvalitet på byggnader framöver uppnås, vilket i sin tur skulle ge ett ökat mervärde för branschen. Studien skall även studera upplevelsen av arbetsmiljön hos medarbetare som arbetar inuti väderskyddet. Arbetsmiljön brukar beskrivas som bättre vid väderskyddat byggande, men denna studie ska hjälpa branschen med mer data i frågan.

METODIK

Undersökningen omfattade en inledande omvärldsbevakning, följt av mätningar av hygrotermiska förhållanden, materialprovning med mikrobiologisk analys, analys av förutsättningarna för mikrobiell tillväxt och enkätundersökning.

Omvärldsbevakning

En sammanställning av tillgänglig information kring byggklimat och arbetsmiljö i väderskydd genomfördes, dels genom litteratursökning, dels genom erfarenhetsinsamling i referensgruppen.

Enkät

En enkät över arbetsmiljöaspekter som kan påverkas av väderskyddet upprättades och distribuerades till produktionspersonal i respektive projekt. Fokus för enkäten är att kartlägga upplevd arbetsmiljö i väderskyddet.

Enkäten togs fram i samråd med den breda referensgruppen och med utgångspunkt i enkäter från tidigare SBUF-projekt. I ett första steg togs kontakt med arbetsmiljösupportpersoner på entreprenadföretagen, för att utreda i vilka arbetsmiljöaspekter som väderskyddet kan vara av betydelse. Supporten hade en historik på området och kände till tidigare studier som gjorts. Dessutom hjälpte de till med en sökning i BIA-databasen (som dock inte gav några tillbud eller skador relaterade till väderskydd). Dessa personer kunde även hänvisa vidare till rätt personer på Ställningsentreprenörerna, Byggföretagen och Byggnads, som gav ytterligare perspektiv till enkätfrågorna. Det här arbetet gav ett avsevärt bättre underlag och en bredare palett av frågor, och belyste även gränsdragningsfrågor, vad som är lämpliga formuleringar och skillnader som exempelvis påverkan på arbetsmiljö för yrkesarbetare respektive tjänstemän som båda bör adresseras. Vi är stort tack skyldiga alla dem som deltog i intervjuer i detta förarbete, innan enkäten bearbetades och presenterades för hela referensgruppen för synpunkter i augusti 2021. Totalt omfattar enkäten 34 frågor, fördelade på åtta sektioner, se Figur 2.

Enkäten i sin helhet visas i bilaga B. Enkäten delades till projekten både elektroniskt och i pappersformat. De olika projekten valde själva hur de bäst besvarade enkäten, där de flesta projekten valde att besvara enkäten vid ett gemensamt möte eller i grupp. Resultaten sammanställdes i projektet och otydliga enkätsvar och liknande följdes upp med telefonintervjuer.



Figur 2: De åtta olika sektionerna i enkäten.

Mätningar

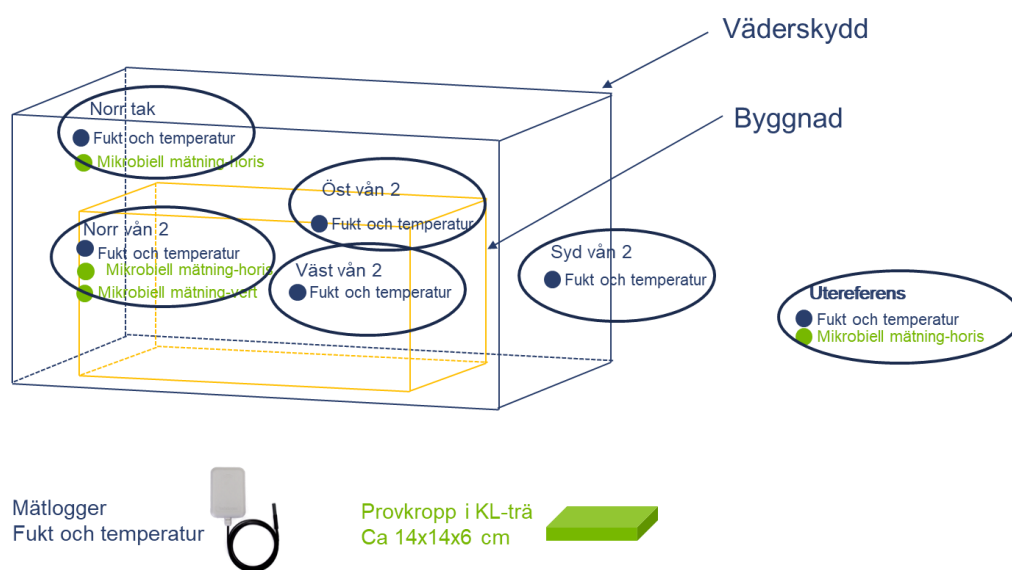
Fem byggprojekt med olika förutsättningar utgör huvuddelen i denna studie. I dessa genomfördes loggning av relativ luftfuktighet och lufttemperatur inuti respektive utanför väderskyddet. Det placerades även ut provkroppar på vilka mikrobiell provtagning utfördes. Förutom de fem projekten samlades data in från ytterligare tre byggnader som av olika anledningar bedömdes värdefulla för analysen samt för att bredda underlaget.

En generell mätplan upprättades i samråd med referensgruppen, med syfte att skapa en mätplan som på ett kvalitetssäkrat och effektivt sätt kunde registrera förhållandena i väderskyddet, samt

utanför som referens, och ge svar på projektets frågeställningar. Exempelvis önskade referensgruppen att någon provkropp placerades vertikalt för att undersöka om någon skillnad kunde observeras mellan horisontell och vertikal yta. Den generella mätplanen anpassades sedan till respektive projekt i samråd med väderskyddsleverantörer och byggprojektens platsledning. Den generella uppställningen visas i Figur 3.

I varje projekt monterades fukt- och temperaturgivare i representativa positioner, fördelade inuti och utanför väderskyddet, se Figur 3. Loggning av fukt och temperatur inuti väderskydden gjordes vid ett antal punkter på olika höjd och i olika väderstreck, loggrarna placerades alltid mellan väderskyddet och byggprojektet. Spridningen valdes för att få representativa och väl studerade värden. I varje byggprojekt placerades även en fukt- och temperaturgivare utanför väderskyddet, för att registrera utomhusklimatet. Utomhusgivaren placerades skyddad från direkt nederbörd. Mer om givarna i resultatavsnitt.

Mätplanen omfattar även mikrobiell provtagning. För det skapades provbitar. Dessa förseglades i sidorna (ändträ) och ytan på provkropparna mikroskopierades innan de placerades ut i byggprojekt, vilket beskrivs i senare avsnitt. Provkropparna monterades i närheten av fukt- och temperaturloggrarna. Förutsättningar för respektive projekt och väderskydd dokumenterades. Mätinstrument och provkroppar var på plats på byggprojekten under hela eller en del av tiden då väderskydd används.



Figur 3. Generell mätplan. Utförandet har varierat beroende på det enskilda projektets förutsättningar.

Fukt och temperatur

Fukt och temperatur i luft har loggats med givare Celsicom Easy Connect TH601A, från Nordtec, med justeringsprotokoll för området 75-95 %RF, se Figur 4. Samtliga givare har kalibrerats innan användning i 85 %RF vid 22°C (HumiCal85) före montage. Efterkalibrering gjordes för de flesta givarna vid 85 %RF och 95 %RF vid 6°C och värdena justerades därefter med multipel regressionsanalys. Varje givare sänder data separat till molnet. Värden har registrerats var 10e minut. Exempel på ett montage visas i Figur 5.



TH601x

Extern temperatur-/fuktgivare

Direktuppkopplad övervakning av temperatur, %RH, ånghalt och daggpunkt vid exempelvis fuktsanering, byggfukt etc.

- Välj mellan två kabellängder: 0,4 och 2 meter
- Mätområde: -30 ... +70 °C, 0 ... 100% RH
- Noggrannhet: ±0,5°C, ±3 %RH (vid 20-80 %RH)
- Tillval: kalibrering/justering i området 75-95 %RH för byggapplikationer (kalibreringskonceptet CelsiCal)

Figur 4. Fukt- och temperaturgivare Celsicom Easy Connect TH601A (Bild: Nordtec.se)



Figur 5. Montage av givare (exempel).

Mikrobiell analys

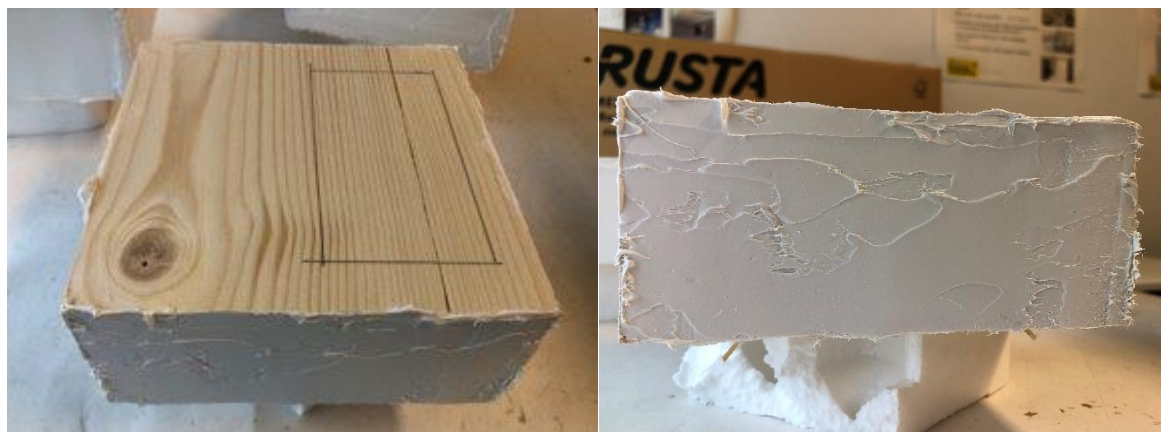
Mikrobiell analys utfördes dels genom mikrobiell provtagning på provkroppar placerade i eller i anslutning till väderskydden, dels genom simuleringar med mögelmodeller där uppmätt temperatur och luftfuktighet användes.

Mikrobiell provtagning

Analys av förekomst av mögel på proverna gjordes enligt två olika ackrediterade metoder. I den ena studeras ytan av proverna vid 10-60x förstoring i ett stereomikroskop. Utbredningen av mögel bedöms enligt en 5-gradig skala enligt SIS-TS 41:2014 och SP MET 4927 (www.ri.se). Detta är det sätt som används vid provning av materials mögelresistens och kritiskt fuktillstånd och som använts i flera tidigare fältprovningar. Det är en oförstörande provning, vilket innebär att proverna kan analyseras och sedan fortsätta att exponeras för de förhållanden man vill studera.

Den andra metoden, SP MET 3881 är förstörande. Tejpavtryck tas på ytan av provet och studeras vid 400 gångers förstoring i ett ljusmikroskop. Omfattningen av påväxt klassas som *Ingen*, *Sparsam*, *Måttlig* eller *Riklig*, där *Ingen* respektive *Sparsam* påväxt anses som normal omfattning. Detta är en metod som används i samband med utredningar av fuktskadade byggnader.

Mikrobiell provtagning utförs på provkroppar av korslimmat trä, se Figur 6. Provkropparna mäter cirka 140*140 mm, med en tjocklek av 60 mm. Skivan byggs upp av tre lameller 20+20+20 i C24. Materialet är gran med ytskiktsklass av inbyggnadskvalitet (standard) enligt SS-EN 13017-1. Sågade ytor är målade med en limtätmassa anpassad för utomhusbruk. En provtagningsyta 50*100 mm är inritad mitt på provkroppens planyta, se Figur 6. Provkropparna monteras horisontellt eller vertikalt genom att fästas till en träribba som sedan monteras till ställning eller liknande. En till tre provkroppar monteras inuti väderskyddet och en provkropp monteras oskyddat utomhus. Innan inbyggnad kontrolleras provkropparna genom mikroskopering vid RISE för att säkerställa att de var fria från påväxt. Exempel på montering av provkropparna på en arbetsplats visas i Figur 7.



Figur 6. Provkropp. Vänster: Ovansidan med inritad provyta. Höger: Försegling av kanter.



Figur 7. Uppställning mikrobiell provtagning inuti och utanför väderskyddet (exempel)

Mögelmodeller

Mögelmodeller kan användas för att bedöma risken för att mögel ska uppkomma på ett byggnadsmaterial i en byggnad vid känt RF och temperatur. Hur väl modellerna predikterar växt varierar. Resultaten från en studie (Johansson, Lång et al. 2021) där flera vanligt använda modeller användes visade att de flesta underskattade risken för påväxt och att resultaten också varierade på vem som använde modellen. I de flesta modellerna måste nämligen flera parametervärden anges. Dessa är inte helt tydliga och användaren behöver göra en ”kvalificerad gissning”, exempelvis om hur känsligt ett material är för mögelpåväxt. En modell, MOGLI (version 1.0), var mer tillförlitlig. Valet av materialparametern baseras då på resultatet från en standardiserad provning av kritiskt fukttillstånd RF_{krit} . (RISE, 2012), (SIS Swedish Standards Institute, 2014) Det kritiska fukttillståndet, RF_{krit} , är den lägsta relativa fuktigheten där mögel kan växa på ett material. RF_{krit} påverkas av

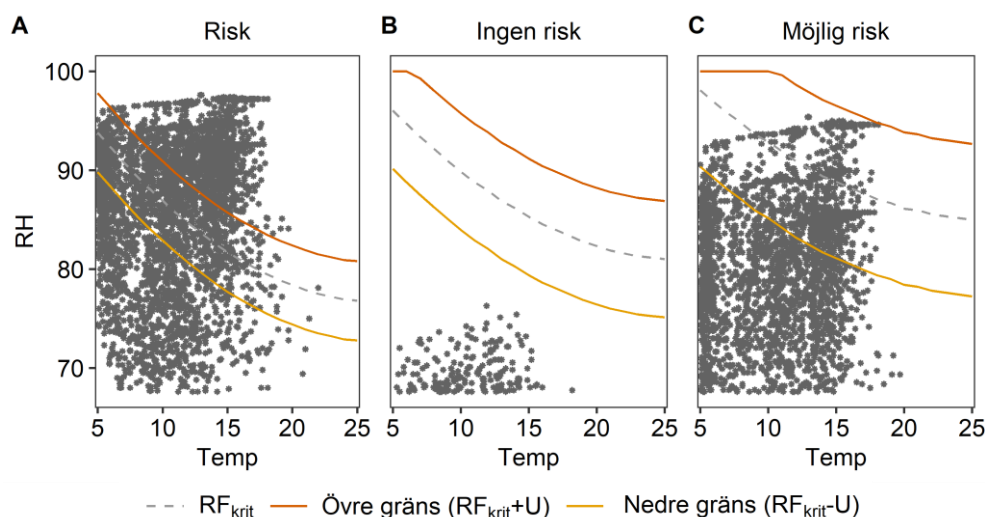
temperaturen och är lägre vid högre temperaturer. En produkts RF_{krit} går inte att uppskatta baserat på att det tillhör en grupp av material, såsom gips eller träbaserade skivor. Varje produkt måste provas. I denna studie användes MOGLI v 2.0, som är en vidareutvecklad version av MOGLI v1.0, och MRD-modellen för att bedöma risken för påväxt på de projekt och provpunkter där prover av KL-trä exponerats. Resultaten jämfördes med analyserna för mikrobiell påväxt som beskrivs ovan.

MOGLI-modellen

I MOGLI används indata från RF och temperatur, i första hand timvärden men även kortare eller längre tidsintervall kan användas och tas hänsyn till. Materialparametern är RF_{krit} . Vid bestämning av det kritiska fukttillståndet provas materialet vid flera olika fuktnivåer för att hitta den lägsta nivå där mögel kan växa på det provade materialet. Provingen genomförs vid 22 °C vid fyra olika fuktnivåer. Med hjälp av en ekvation kan RF_{krit} bedömas för andra temperaturer än den provade och begränsningskurvor kan tas fram. Dessa kurvor kan också användas för att bedöma risken för att mögel ska uppkomma i en byggnad när RF och temperatur är kända. Mögel kan förväntas växa på ett byggmaterial när fuktförhållandena vid aktuell temperatur i en byggnadsdel överskrider det kritiska fukttillståndet. Modellen för att bedöma risken för mögelväxt i baserat på denna provning kallas MOGLI-modellen. Metoden för att prova kritiskt fukttillstånd och MOGLI beskrivs i (Johansson, Bok, Lång, & Mjörnell, 2022).

I MOGLI v 1.0 används två begränsningskurvor för tillväxt. Det är också den modell som finns beskriven i provningsmetoden för RF_{krit} . I modellen tas hänsyn till om uppmätt klimat är över eller under dessa kurvor. En utveckling av metoden har gjorts och i MOGLI v 2.0 har dessa två kurvor ersatts av en kurva med ett osäkerhetsintervall, se Figur 8. Detta osäkerhetsintervall utgörs av en utvidgad mätosäkerhet, U. Dessutom tas hänsyn till hur länge kurvorna överskridits och detta jämförs mot ett gränsvärde och tiden påverkas också av hur långt det verkliga RF är från RF_{krit} .

I en tidigare, opublicerad, studie har RISE provat RF_{krit} hos KL-trä. Resultatet visar ett kritiskt fukttillstånd $80\% < RF_{krit} \leq 85\%$, dvs det möglar vid 85 % RF men inte vid 80% RF. Tiden innan det kritiska fukttillståndet uppnåddes var 55 dagar. Dessa värden användes som invärden i MOGLI-modellen i denna studie.



Figur 8 Förenklad förklaring hur MOGLI-modellen version 2.0 bedömer risken för mögeltillväxt. I fall (A) förutsäger modellen risk för mögelpåväxt, eftersom många RF värden är högre än den övre gränsen, i fall (B) förutsäger modellen att det inte är någon risk för mögelpåväxt, eftersom alla RF värden för ligger under den nedre kurvan. I fall (C) finns några RF värden i den zon där det verkliga värdet av RF_{krit} förväntas vara. Därför förutsäger modellen möjlig tillväxt. Från Johansson mfl 2022. Bedömningen beror också på hur länge det kritiska fukttillståndet överskridits och hur stor skillnad det är mellan RF och RF_{krit} . Detta räknas ut separat.

MRD-modellen

I MRD-modellen används 12 timmarsmedelvärden av RF och temperatur (Thelandersson & Isaksson, 2013). Indata för varje intervall startas vid kl. 8:00 eller kl. 20:00. Materialparametern i MRD är kritisk dos (D_{crit}) som definieras som antal dagar innan mögel börjar växa på ett material vid 90% RH and 20 °C. Några exempelvärden för D_{crit} finns i dokumentation av modellen och dessa används ofta vid användning av modellen. I detta fall har 17 dagar använts som D_{crit} .

I modellen beräknas en dos, D , över tid. Resultatet av modellen är ett MRD-index, vilket beräknas genom att dividera D med D_{crit} . Mögel predikteras om MRD-index överskrider 1.

STUDERADE MÄTOBJEKT

Vid analysen användes data från mätningar i totalt åtta väderskydd. Dock är det bara sex av dessa där mätningarna genomfördes strikt enligt inom projektet framtagen mätplan. Övriga projekt användes för att samla erfarenheter och mätvärden för att komplettera analysen. Studien undersöker förutsättningarna för stommar av KL-trä, och provkroppar i KL-trä har undersökts. Samtliga studerade projekt har träkonstruktioner, men några projekt har dock haft andra stomlösningar än KL-trä. En sammanställning av de olika väderskydden, byggnadens typ samt karaktär och geografisk placering återfinns i Tabell 1.

Tabell 1: Åtta byggnader presenteras i tabellen. Kursiva projekt har inte följt mätplanen som utarbetats inom detta projekt. Projekt 1 omfattade två olika byggnader på samma byggarbetsområde där de två byggnaderna benämns A respektive B.

Id	Byggnads- typ	Väderskydd	Period	Karaktär	Geografi	Notering
0	Lokal	Tälthall	jun 20- nov20	Sex våningar, Limträ samt KL-trä i bjälklag	Götaland, inland	*
1A	Flerbostads- hus	Fristående	okt 21-feb 22	Fyra våningar, KL-trä i innervägg och bjälklag	Svealand, inland	**
1B	Flerbostads- hus	Fristående	mar 21- maj 22	Fyra våningar, KL-trä i innerväggar och bjälklag	Svealand, inland	
2	Lokal	Fristående öppningsbart	dec 21- mar 22	Två våningar, limträstomme	Götaland, inland	
3	Lokal	Fristående öppningsbart	apr 22- jun 22	Två våningar, limträstomme	Svealand, inland	
4	Ombyggnad	Fristående	jul 22-okt 22	Takreovering	Götaland, ostkust	*
5	Lokal	Tälthall	jul 22-dec 22	Två våningar, LVL- struktur	Svealand, ostkust	
6	Flerbostads- hus	Fristående öppningsbart	sep 22- nov 22	Fyra våningar, masonitbalk i innervägg och bjälklag	Svealand, ostkust	**

* Inget KL-trä prov, ** Utvändigt KL-trä prov förlorat

RESULTAT OCH DISKUSSION

I detta kapitel beskrivs och diskuteras, i respektive avsnitt, resultat från omvärldsbevakning, enkät och mätningar.

Omvärldsbevakning

Med hjälp av referensgruppen gjordes en omvärldsbevakning för att identifiera känd kunskap kring väderskydd och arbetsmiljö, samt kring väderskydd och byggklimat. Detta material kompletterades sedan med motsvarande sökningar. Sammantaget visade dessa begränsad kunskap gällande både arbetsmiljö och byggklimat i väderskydd. Mätningar av byggklimat i väderskydd saknas helt.

Väderskydd och arbetsmiljö

Det finns ett antal genomförda examensarbeten och SBUF-projekt som behandlar arbetsmiljö i väderskydd. Det är tydligt att ett väderskydd kan ge flera fördelar ur arbetsmiljösynpunkt. Flera av dessa rapporter nämner arbetsmiljö som en drivkraft till att använda väderskydd. Samtidigt lyfts även risker i framför allt säkerhet i arbetet med väderskydd som något som behöver beaktas.

Vanliga fördelar som tas upp med väderskydd är minskad risk för halka, att det är enklare att hantera torrt material, minskad sjukfrånvaro, minskat behov av tjocka kläder, och reducerad påverkan på arbetet av yttre faktorer som vind och nederbörd. Flertalet av dessa faktorer nämns redan i SBUF-rapporten *Väderskyddad produktion - Möjligheter och erfarenheter* (Axelsson, Larsson, Sandberg, & Söderlind, 2004). SBUF-projektet *Väderskyddad produktionsmiljö Framtidens byggande* (Larsson & Söderlind, 2006) belyser erfarenheter av väderskyddsprojekt där flertalet projekt anger att arbetsmiljön förbättras med väderskydd i form av att bland annat säkerhet, trivsel och arbetsmiljö i hög grad förbättras under väderskydd. Vilket bland annat lett till lägre sjukfrånvaro och färre olyckor och arbetsskador. Vidare beskrivs att säkerheten ökar och att halk- och snubbelrisk minskar eftersom ytor är torra och att sladdar och dylikt kan monteras i ställningen. Att kunna arbeta i lättare klädsel anges också kunna påverka precisionsarbetet samtidigt som torrt byggmaterial är lättare att hantera. Väderskyddet anges också minska mängden arbete med provisorier och materialhantering vilket påverkar produktiviteten positivt (Larsson & Söderlind, 2006).

Examensarbetet *Väderskydd vid byggproduktion* (Olin, 2015). behandlar minskad materialhantering som en fördel med väderskyddat byggande. Materialhanteringen kan kräva bättre logistisk planering, vilket kan leda till högre kostnader. Överlag anses dock väderskydd medföra minskad materialhantering. Rapporten behandlar även ett antal potentiella risker vid byggnation med väderskydd. Vid byggande med väderskydd under sommartid upplevs övertemperaturer vara en konsekvens med väderskyddet. Därmed ställs krav på att möjligheter till vädring ska finnas. Då väderskyddet hindrar solljus från att nå in i byggnaden krävs ökad belysning för att erhålla goda ljusförhållanden. Vid kraftig vind upplevs risker att väderskyddet kan blåsa bort. För stora väderskydd lyfts en ökad brandrisk fram. Om en olycka skulle ske uppges väderskyddet kunna försvåra räddningstjänstens arbete. Dessa risker lyfts främst fram vid väderskydd av befintliga byggnader. Det finns inga kvantifieringar eller mätningar för vad som projekten avser som övertemperaturer i arbetet, men teoretiskt underlag på hur arbetsförmågan påverkas av utetemperatur och väder.

Som komplement till litteraturstudien har intervjuer gjorts med personal som arbetar med arbetsmiljöfrågor. I dessa samtal nämns flera fördelar avseende arbetsmiljö. Den främsta fördelen är ökad trivsel av att leda bort nederbörd och vind från byggarbetsplatsen. I övrigt anger även dessa personer att risken för halkskador minskar vid byggnation i väderskydd. En annan fördel som tas upp är den ökade flexibiliteten som väderskyddet medför. Att bygga med väderskydd gör att många väderberoende arbeten kan fortgå även vid ogynnsam väderlek. Ofta gör väderskyddet att flera arbetslag kan arbeta samtidigt. En positiv konsekvens av den ökade flexibiliteten är minskad stress, framför allt för arbetsledning med ansvar för att hålla tidplan.

Samtidigt anges ett antal utmaningar och risker med byggnation under väderskydd. I likhet med studerad litteratur anges övertemperaturer, ljus och damm som potentiella risker. Därför ställs krav på belysning och ventilation. Även här lyfts räddningsplaner som en kritisk del av säkerhetsarbetet. De intervjuade personerna anger även risker för fallolyckor vid montering och justering av väderskyddet. Även skottningen av väderskyddet ses som ett riskfyllt moment.

Ett antal faktorer som nämns kan ses som både risker och möjligheter. Ett tydligt exempel är ergonomi. I vissa fall kan lyftkranar begränsas av väderskyddet. Samtidigt kan väderskyddet ge möjlig-

het till att använda andra hjälpmedel, som exempelvis travers. Materialförvaring är en annan aspekt där väderskyddet kan medföra både fördelar och nackdelar. Generellt finns fördelar med att materialet hålls torrt, men ytorna för materialförvaring blir ofta mindre i ett väderskydd, vilket kan ställa krav på ökad planering.

Väderskydd och byggklimat

Studier gällande byggklimat i väderskydd är mycket begränsad. Flera rapporter pekar dock på att väderskydd ger möjlighet till ökad kvalitet genom att virket kan hållas torrt.

I examensarbetet *Väderskydd för träkonstruktioner* (Ekman & Lundquist, 2020) har fallstudier gjorts på projekt med och utan väderskydd. Fallstudien bestod av fuktmätningar i byggprojekt där klimatparametrarna sedan användes i beräkningsprogrammet WUFI. I beräkningarna kontrollerades uttorkningstid och risken för mikrobiell påväxt under en teoretisk treårsperiod. Resultaten beskriver att uttorkning till godkända inbyggnadsvärden hinns med inom tidsplanen både för projekt med och utan väderskydd. Uttorkningstiden utan väderskydd blir dock längre. Mikrobiell provtagning saknas dock. Examensarbetet konstaterar att användningen av väderskydd hjälper att hålla en jämn och låg fuktkvot i projektet och att inte använda väderskydd kan leda till höga fuktkvoter i träkonstruktionen.

Korta byggtider, och någon form av väderskydd, konstateras nödvändigt oavsett tid på året i ett examensarbete som bygger på en omfattande litteraturstudie samt ett stort antal simuleringar med WUFI. Examensarbetet försöker sig också på att kvantifiera när heltäckande väderskydd behövs och anger att tak behövs om byggtiden är mer än 2 veckor eller förväntade regnlasten är över 40 mm. (Öberg & Wiege, 2018)

Ett annat examensarbete *Byggfukt i byggnader med stomme av korslimmat trä* har i sitt arbete bland annat utfört fuktmätningar och studerat KL-träbitar. I projektet jämfördes fuktmätningar i projekt med respektive utan väderskydd. Stickprovsmätningar utfördes i pelare, bjälklag och yttervägg. De konstaterar att de inte får någon större skillnad (yttervägg 11%FK med väderskydd, respektive 14%FK utan), dock har de genomfört mätningarna vid olika tillfällen och för olika klimatförhållanden vilket gör jämförelsen osäker (Bano, Michael, & Youssef, 2021).

Olsson har i sin studie *Fuktsäkerhet i KL-träbyggande utan väderskydd* (Olsson, 2019), (Olsson, 2021) i en studie omfattande fyra byggnader utan väderskydd visat att KL-trä som inte skyddas för nederbörd under produktionsstiden har mycket stor sannolikhet att få mikrobiell påväxt. I studien får mer än hälften av de stickprovsmässigt tagna proverna förhöjda nivåer av mikrobiell påväxt. I två andra vetenskapliga studier från Tallinns tekniska universitet (Kalbe, Annuk, Ruus, & Kalamees, 2022) (Kalbe, Kalamees, Kuk, Ruus, & Annuk, 2022) slås fast att vätning av ändträ är kritiskt, även om de bara utsätts för kort vätning. Detta förstärks av att de detaljer där ändträ förekommer också har begränsad möjlighet för uttorkning. Dessa slutsatser är liknande de resultat Olsson redovisar i rapporten *Fuktsäkerhet i massivträbyggande. Förstudie laboratorieförsök*. (Olsson, 2020). Där konstateras mikrobiell påväxt även efter mycket kort vätning (1 dag) för en väggbjälklagsdetalj (där också uttorkningsmöjligheten per definition är begränsad). I den svenska KL-trähandboken finns instruktioner att skydda materialet från nederbörd. Det är dock inte beskrivet hur mycket vatten eller hur länge material kan vara exponerat vid olika konstruktiva förutsättning. Kritiskt fukttillskott är inte definierat (SvensktTrä, 2017). I en rapport från Svenskt Trä, *“Fuktsäkert KL-träbyggande utan heltäckande väderskydd”* redogörs omfattande åtgärder för att hantera nederbörd vid KL-träbyggande i form av tejpling, mekanisk borttagning av vatten etcetera (Svenskt Trä, 2021). Ett antal metoder redovisas alltså för att sänka risken för fuktskador vid byggnation med KL-trä utan väderskydd. Om dessa metoder är tillräckliga för att undvika mikrobiell påväxt anges inte. Inte heller vilka resurser detta kräver på byggarbetsplatsen anges. I

en tidigare studie (Svensson Tengberg & Bolmsvik, 2021) studerades fukt, temperatur och mikrobiell påväxt i ett projekt med heltäckande väderskydd, med slutsatsen att väderskyddet innebär en förutsättning för att kunna bygga stora volymer med trä utan att riskera framtida inomhusmiljö. I samma projekt noterades en mycket positiv upplevelse avseende arbetsmiljö och produktivitet som också indikerats i (Brycke & Martinsson, 2018) även om studien inte inkluderade detta. I en färsk rapport, en teknisk anvisning från Danmark, SBI anvisning 278, beskrivs användande av väderskydd, bland annat presenteras ett cost-benefit-verktyg för användandet av väderskydd (Brandt, Bunch-Nielsen, Kvist Hansen, Morelli, & Nielsen, 2022). I denna noteras stora fördelar, både tekniska och ekonomiska, vid användandet av väderskydd. Det har också indikerats i denna studie att heltäckande väderskydd används i Danmark även för betongbyggnader med hänsyn till produktivitetsförbättringar.

Sammanställningen ovan visar på projekt som behandlar fukt på olika sätt på byggarbetsplatser och på effekter av fukt i produktionen. Dock är det enligt denna omvärldsbevakning få rapporter och arbete som visar på mätningar eller annan kvantifierbara data inuti väderskydd.

Arbetsmiljöenkät

Arbetsmiljöenkäten består av både fritextfrågor och flervalsfrågor. Fritextfrågor ger både positiva och negativa synpunkter.

De vanligaste positiva fritextsynpunkterna med väderskydd i enkätsvaren är att personalen slipper att jobba i olika väderlekar och att faktorer som vind och nederbörd får en minskad inverkan. I många fall ser de svarande också en ökad flexibilitet och en ökad kvalitet på arbetet. De flesta av de svarande beskriver även positiva effekter såsom att inte behöva lägga lika mycket tid på att skydda material som vid byggnation utan väderskydd.

Enkätsvaren visar att typ av väderskydd har stor påverkan på uppfattningen av arbetsmiljön. De vanligaste negativa synpunkterna framfördes av dem som jobbade i ett öppningsbart väderskydd. I dessa fall menade de svarande att det är ett tidskrävande arbete att öppna och stänga taket till väderskyddet. De menade även att det var ytterligare ett moment som förenas med en säkerhetsrisk. Andra vanliga negativa synpunkter är att det ofta har funnits problem med att lyfta in material till byggnaden.

Flervalsfrågorna är indelade i sex huvudområden gällande hur väderskyddet påverkar dessa jämfört med att inte jobba i ett väderskydd. Huvudområdena är

- Väder och yttre faktorer (upplevelser rörande vind, nederbörd, ljuskvalitet o.d.)
- Effekt av ergonomi och lyft (vilka hjälpmedel som möjliggörs/omöjliggörs)
- Hälsa (Hur stress och trivsel påverkas av väderskyddet)
- Olycksrisk (Risker som halka, klämskador o.d. samt risker vid montering och skötsel)
- Säkerhet (Brandsäkerhet, möjlighet till rädda en nödställd, upplevelser för tredje man o.d.)
- Arbete & resultat (Inverkan på kvalitet, produktivitet, flexibilitet. Mängden arbete)

En summerad sammanställning av enkätsvaren per huvudområde har gjorts, medelvärden av svaren per projekt redovisas i Tabell 2. Siffrorna representerar följande:

1. Väderskyddet gör följande del mycket sämre
2. Väderskyddet gör följande del lite sämre
3. Väderskyddet har liten eller spridd inverkan på följande del
4. Väderskyddet gör följande del lite bättre
5. Väderskyddet gör följande del mycket bättre

Tabell 2: Övergripande sammanställning av enkätsvar.

Id	Väder/ Yttre faktorer	Ergonomi/ lyft	Hälsa	Olycksrisk	Säkerhet	Arbete/ Resultat	Överlag
0	4	5	5	3	4	5	Ja
1A	4	3	4	3	4	4	Ja
1B	Ingen separat enkät gjordes för 1B. 1A är representativ för 1B						Ja
2	3	1	2	2	2	3	Nej
3	4	2	2	2	3	3	Ja
4	4	2	4	2	2	3	Ja
5	5	5	3	3	3	5	Ja
6	5	2	4	2	4	3	Ja

En av frågorna i arbetsmiljöenkäten gällde om den svarande önskar ett väderskydd i nästkommande projekt, avseende arbetsmiljö, eller inte, se Tabell 2. Resultaten från denna visar övervägande en önskan om att använda ett väderskydd i kommande projekt. Endast i ett av åtta projekt finns en önskan om att inte använda väderskydd i framtiden.

Mätningar

Hygrotermiska mätningar

Resultatet från de hygrotermiska mätningarna sammanställs både som grafer och sammanfattat som beräknade medelvärden. De parametrar som har studerats är temperatur, relativ luftfuktighet, fukttillskott, skillnad i temperatur och skillnad i relativ luftfuktighet.

En sammanställning av mätvärdena framgår i Tabell 3. Tabellen redovisar mätvärden av temperatur, relativ luftfuktighet, fukttillskott utomhus samt i väderskyddet. En summering av total nederbörd vid byggprojektet under motsvarande mätperiod har gjorts, antingen med en lokal nederbördsräkning eller med hjälp av SMHI:s klimatdata (SMHI, Swedish Meteorological and Hydrological Institute). En jämförelse har även gjorts med ett normalår baserat på SMHI:s klimatdata, generellt mellan åren 1990-2020. Mängden nederbörd anses likvärdig om skillnaden i nederbörd jämfört med ett normalår inte är större än $\pm 20\%$. Observera att osäkerheter i mätningarna kan göra det problematiskt att dra för stora slutsatser av enskilda mätvärden. De största osäkerheterna bedöms vara osäkerheter i kalibrering, inverkan av solstrålning på givarna samt lokala avvikelser som aktiviteter som påverkar värme- och fuktförhållanden på mätplatsen. Den relativt stora mängden data möjliggör dock att se samband mellan de olika projekten.

Tabell 3: Medelvärden med temperatur, relativ luftfuktighet, fukttillskott och nederbörd under mätperioden, samt en jämförelse med normalår baserat på SMHI:s klimatdata. Mängden nederbörd anses vara likvärdig om skillnaden gentemot ett normalår inte skiljer mer än $\pm 20\%$.

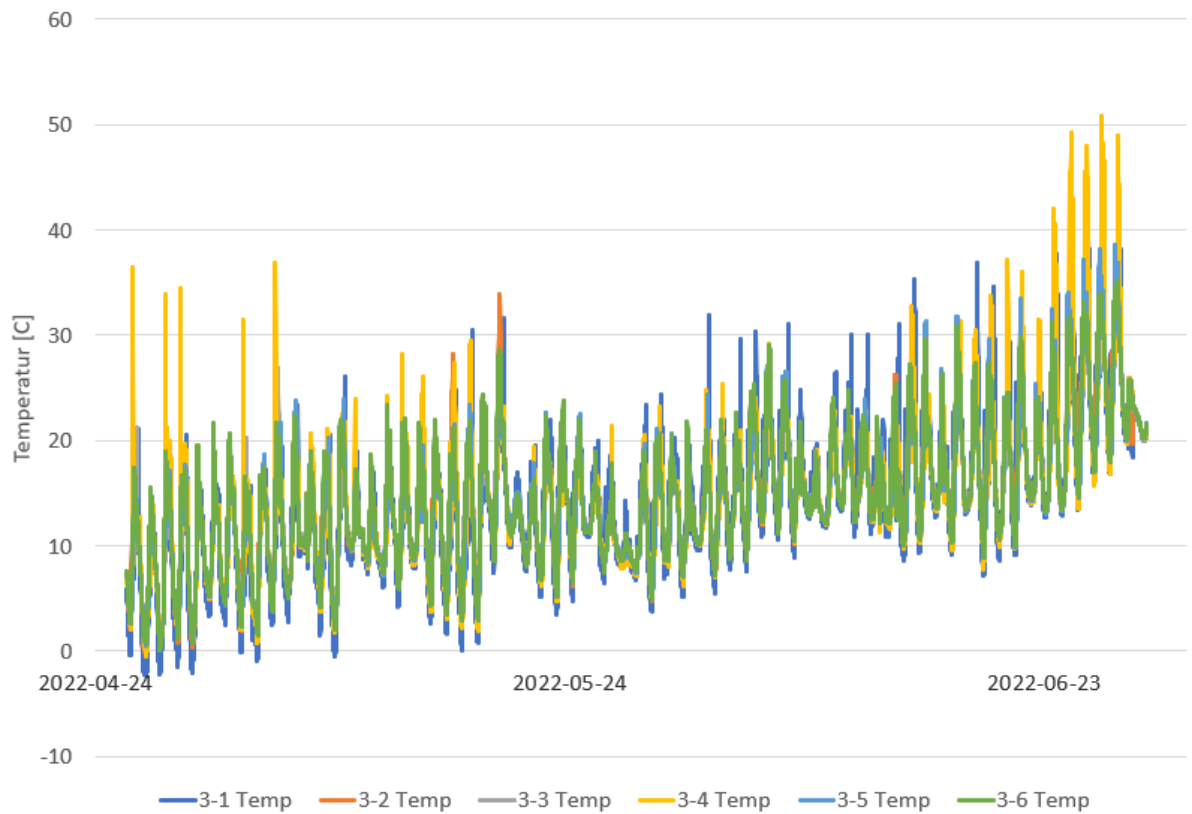
Id	Tid	T _{ext} [°C]	RF _{ext} [%RH]	Nederbörd [mm]	ΔT_{wp} [°C]	ΔRF_{wp} [%RH]	Δv_{wp} [g/m ³]	Nederbörd jämfört med normalår
0	jun-nov ²	12,3	82,9	345	+1,0	-5,9	-0,1	Likvärdig
1A	okt-feb	2,5	85,6	160 ¹	+0,2	-1,8	-0,3	Likvärdig
1B	mar-maj	10,8	56,7	100 ¹	-0,3	0,1	0,0	Likvärdig
2	dec-mar	0,5	83,4	134 ¹	+0,1	-0,3	+0,1	Likvärdig
3	apr-jun	13,8	64,2	116 ¹	+0,4	-2,7	-0,2	Likvärdig
4	jul-okt	16,1	80,2	118 ¹	+0,6	-4,7	-0,4	Mindre nederbörd
5	jul-dec	12,7 ³	80,5 ³	186 ¹	+1,7 ^{3,4}	-8,7 ³	-0,1 ³	Mindre nederbörd
6	sep-nov	8,4	84,2	108 ¹	+1,3 ⁴	-8,0 ⁴	-0,1	Likvärdig

¹ Uppmätt på SMHI:s närmsta station. ²Period förkortad för att kunna jämföras med andra projekt. ³ S Loggrar enbart kalibrerade innan montering på projektet. ⁴Påverkade av maskinell värmeutrustning under mätperioden.

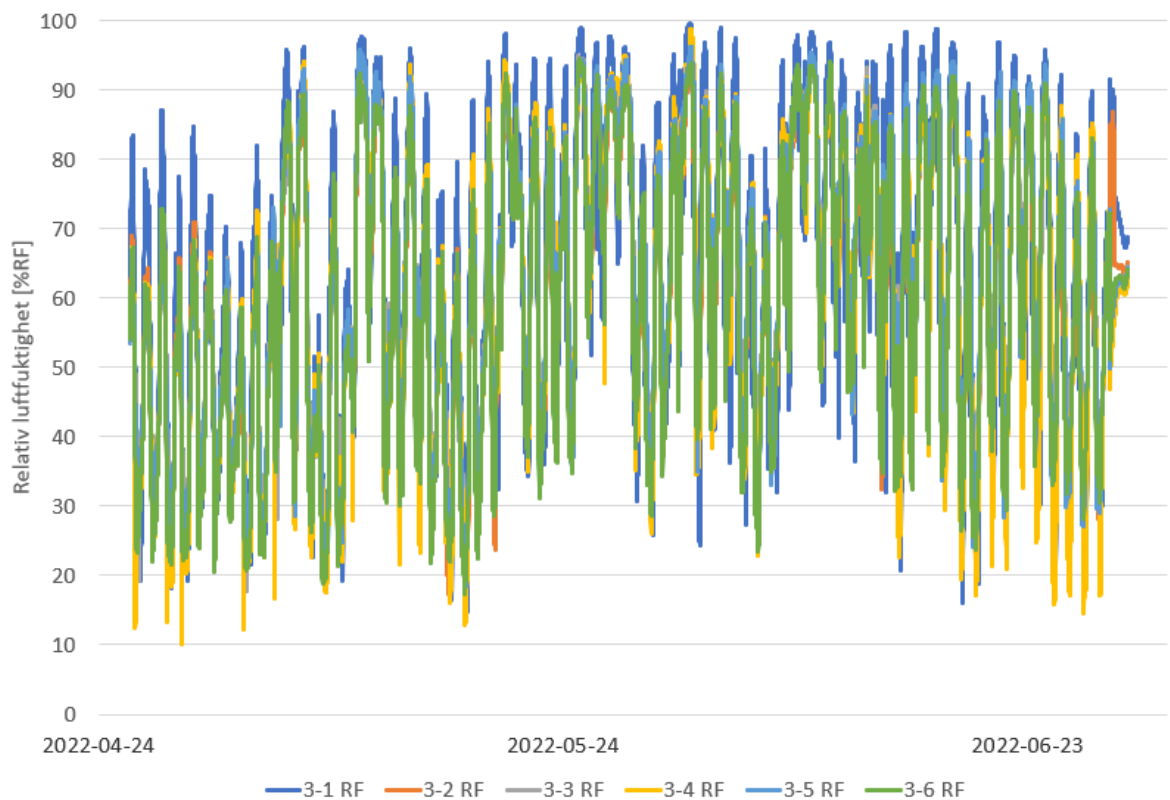
Ur Tabell 3 noteras att det generellt verkar vara lite varmare i väderskyddet och att fukttillskottet i många fall är negativt. Genom att studera grafer över loggade mätvärden går det att konstatera att temperaturen generellt är lite mer stabil i väderskyddet. Det verkar även råda en förskjutning av temperaturen i väderskyddet i förhållande till temperaturen utomhus, där det alltså är lite högre temperatur utomhus dagtid och lite varmare i väderskyddet nattid. Dessa skillnader är tydligare vid varma perioder av året än vid kalla perioder. I regel är temperaturen högre vid taket än i övriga delar av väderskyddet. Mätvärdena påverkas främst av vilken typ av väderskydd som har använts samt vilken del av året mätningarna gjordes. Från frågeformuläret framgår att tre av de åtta projekten har noterat kondensbildning på innertaket. Mängden kondenserat vatten uppges dock ha varit väldigt begränsad.

För analysen detaljstuderades varje projekt. I Figur 9 till Figur 13 redovisas värden för ett av projekten, projekt 3. Det kan noteras att generellt följer temperaturen ett likvärdigt mönster för samtliga givare, se Figur 9. Vissa temperaturspikar kan ses på enskilda givare vilket troligen innebär att dessa har utsatts för direkt solstrålning. Figur 10 visar att uppmätt relativ luftfuktighet varierar kraftigt över dygnet under hela mätperioden.

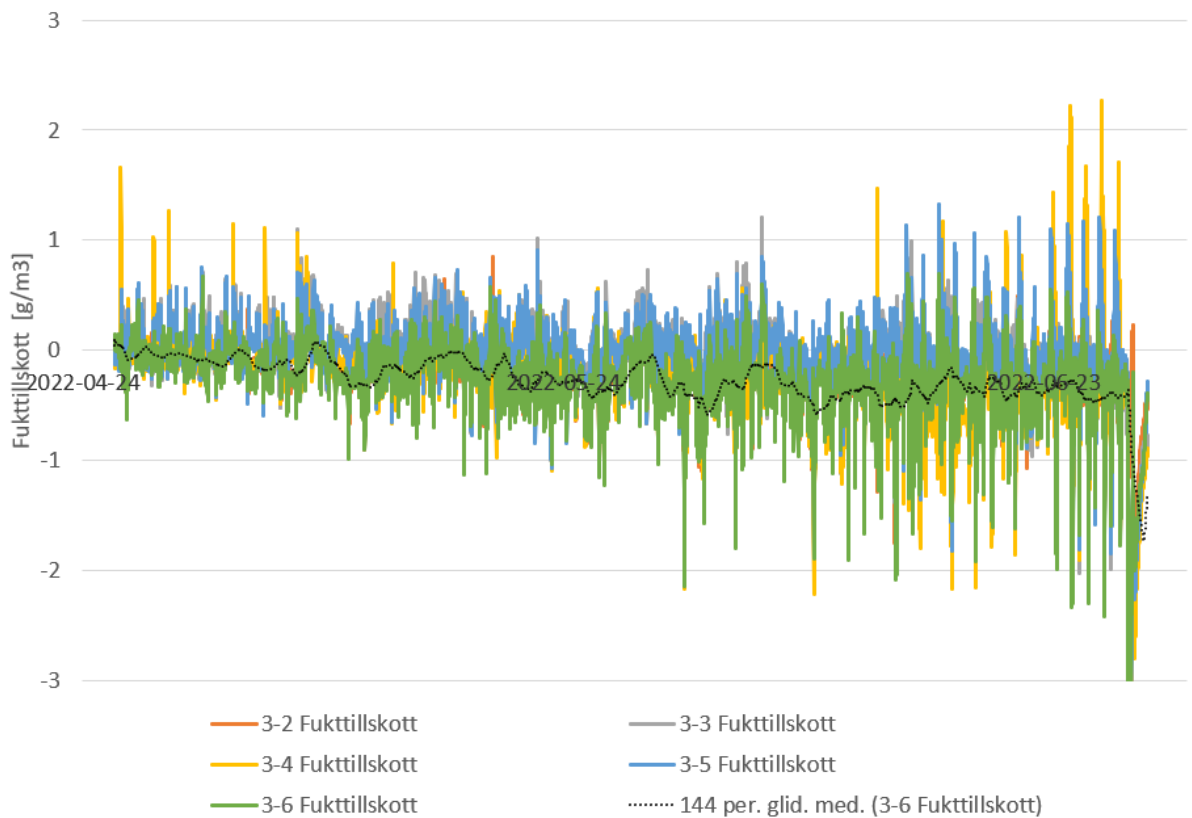
Väderskyddets påverkan på klimatet kan beskrivas med fukttillskott, samt i skillnad i temperatur och relativ luftfuktighet. Fukttillskottet, Figur 11, är förhållandevis stabilt och är generellt runt noll, svagt positivt eller svagt negativt. Svartstreckad linje visar ett glidande medelvärde från en representativ givare. Uppmätt fukttillskott är i för samtliga givare i projekt 3 negativ, men i Projekt 2 ses ett positivt fukttillskott. I många projekt kan vissa givare visa positiva fukttillskott, medan andra givare i samma väderskydd visar negativa fukttillskott. Anledningen till det kan vara både olikartade fuktnivåer i väderskyddet eller mätosäkerhet. I Figur 10 redovisas skillnaden i uppmätt temperatur inne i väderskyddet i förhållande till temperaturen utomhus. Temperaturskillnaden varierar över mätperioden, men generellt är det lite varmare i väderskyddet än utomhus. Tydliga spikar kan ses i graferna beroende på solstrålning på de olika givarna. Observera att när temperaturskillnaden är betydligt lägre än noll beror detta på att givaren utomhus är utsatt för solstrålning, inte av att temperaturen minskar drastiskt i väderskyddet. Sammantaget ger temperaturskillnaden och det negativa fukttillskottet väsentligen lägre relativ luftfuktighet inuti väderskyddet, se Figur 13. Skillnad i relativ luftfuktighet uppmättes i projekt 3 till generellt 5–10 %-enheter lägre än utomhus.



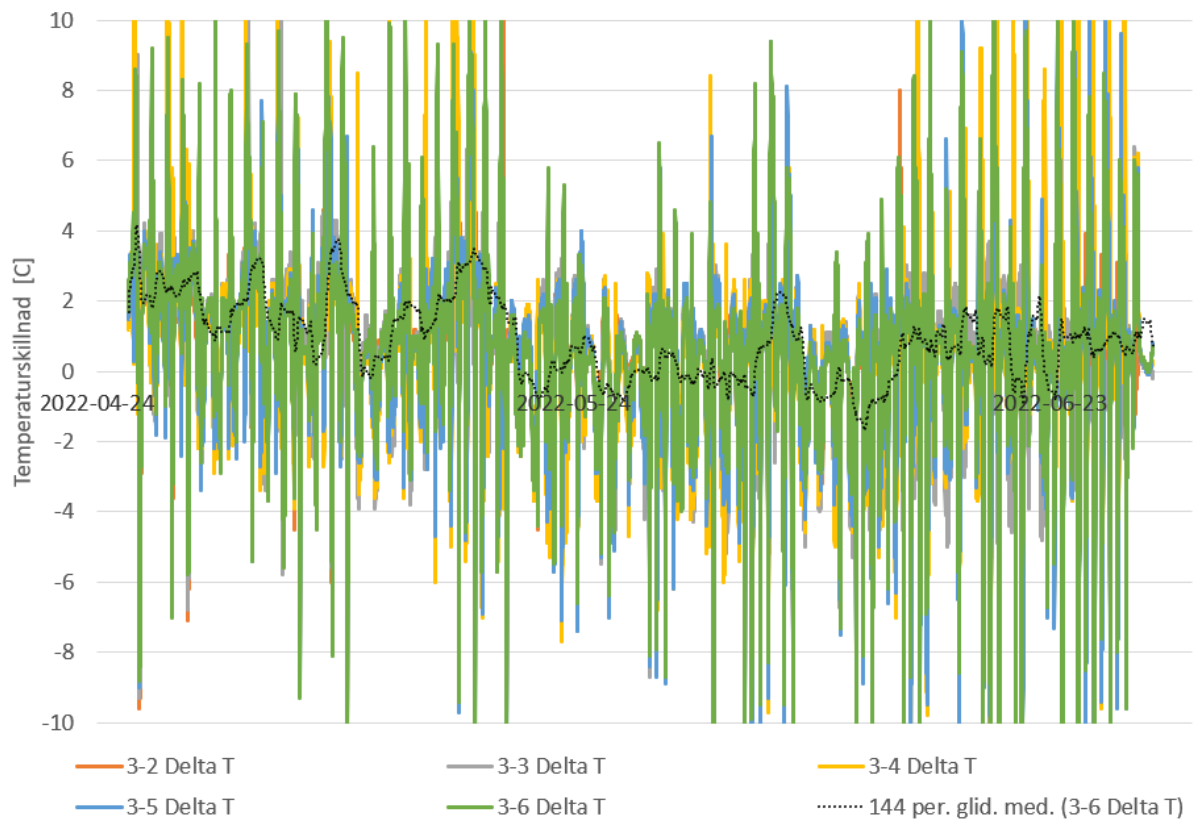
Figur 9. Projekt 3. Temperatur för sex olika givare april till juni. Givare 3-1 var placerad utomhus, övriga invändigt i väderskyddet.



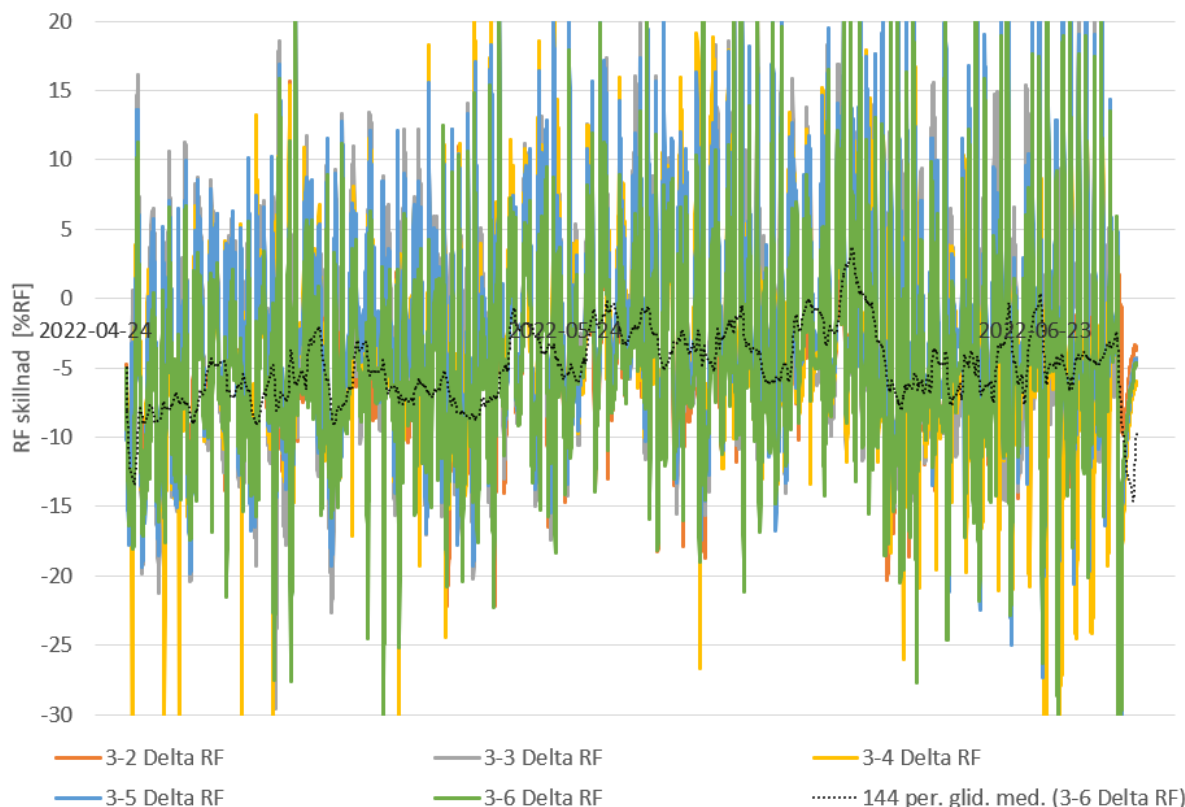
Figur 10. Projekt 3. Relativ luftfuktighet för sex olika givare april till juni. Givare 3-1 var placerad utomhus, övriga invändigt i väderskyddet.



Figur 11. Projekt 3. Fukttillskott för fem olika givare april till juni. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.

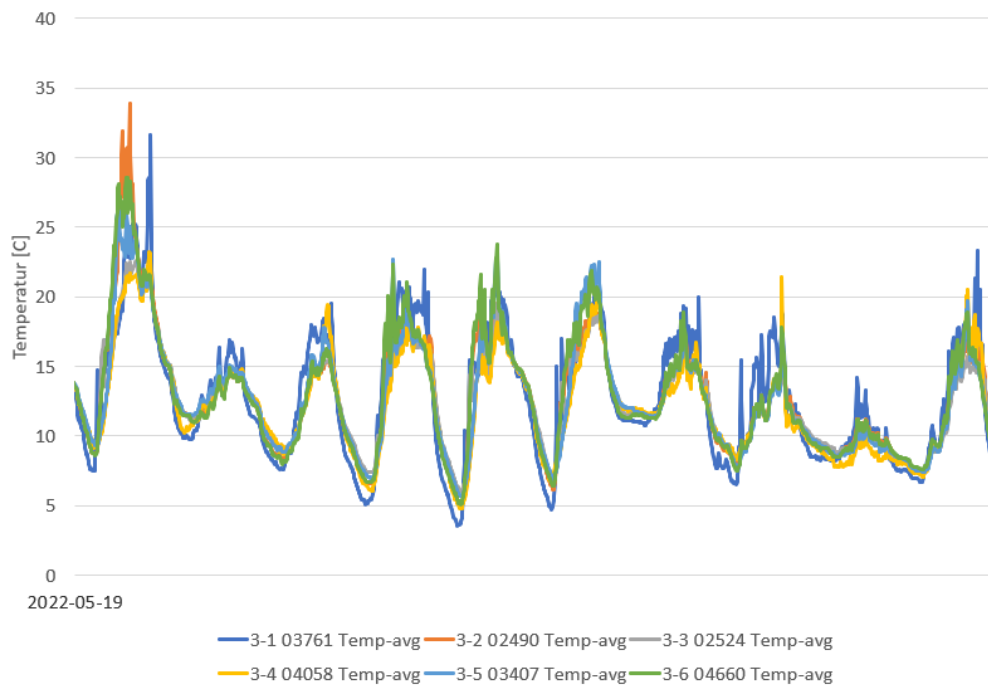


Figur 12. Projekt 3. Temperaturskillnad för fem olika givare april till juni. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.

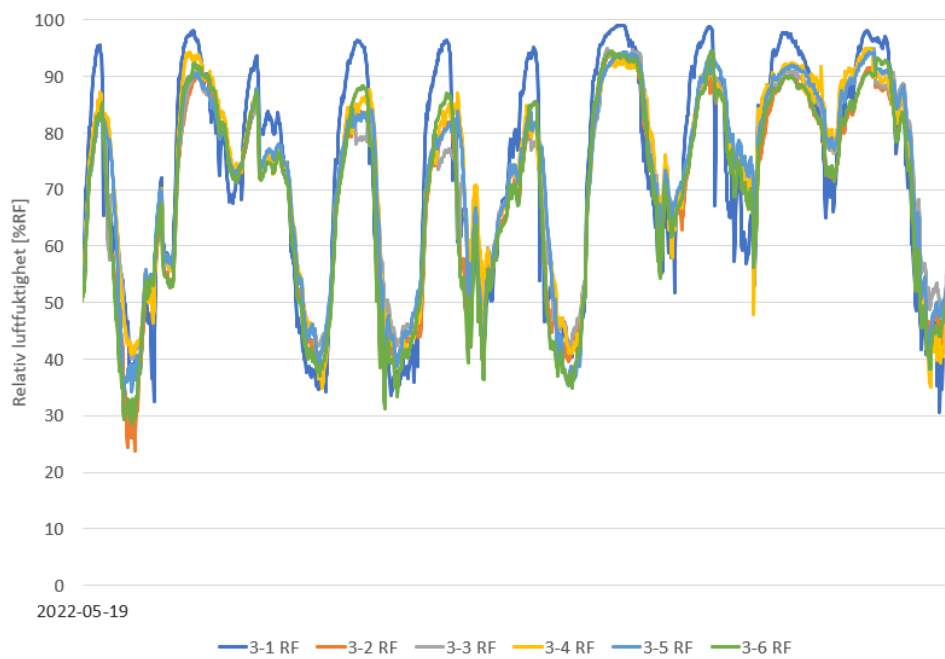


Figur 13. Projekt 3. Skillnad i relativ luftfuktighet för fem olika givare april till juni. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.

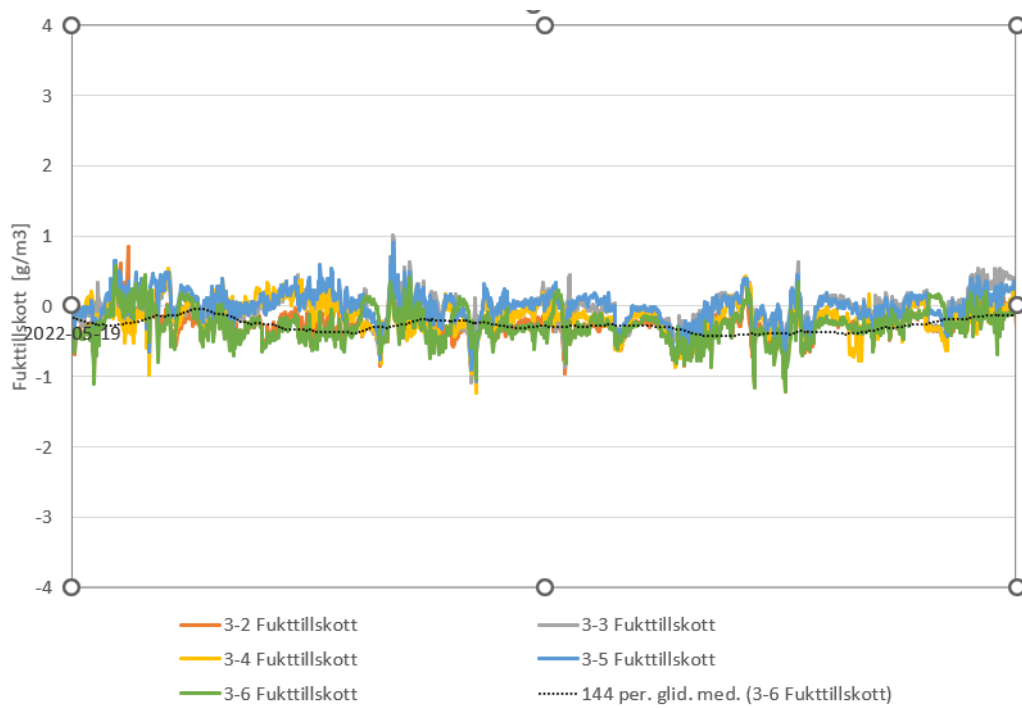
En fördjupad syn har gjorts för en 10-dagarsperiod i maj för projekt 3 i syfte att bättre kunna överblicka dygnsvariationer och få en tydligare bild av skillnaden mellan olika givare. Perioden som valdes i maj har haft en måttlig påverkan av solstrålning, vilket gör värdena mer stabila. Temperaturen förändras förhållandevis likt för alla givare, se Figur 14. Viss skillnad kan dock noteras. Framförallt varierar temperaturen för givare 3-1, som placerades utomhus, mer än övriga givare. Variationerna tros framför allt bero på inverkan av solstrålning. Jämfört med mätperioden i sin helhet är temperaturspikarna förhållandevis små under denna period. Temperaturen är generellt 15–20°C dagtid och 5–10°C nattid. För relativ luftfuktighet kunde förhållandevis stora skillnader ses där den relativa fuktigheten är över 90 % nattid och varierar förhållandevis mycket dagtid beroende på aktuell väderlek, se Figur 15. Det noteras att en viss skillnad kan ses i fukttillskott mellan de olika givarna, men generellt är fukttillskottet noll eller svagt negativt, se Figur 16. Under delar av dagen är det varmare och under andra delar kallare, se Figur 17. Observera att denna skillnad är mer påtaglig 2022-05-19 när givarna utsätts för solljus. Skillnaden i RF är i genomsnitt lägre i väderskyddet. Dock är temperaturen utomhus är högre under delar av dagen, vilket medför att RF i väderskyddet stundtals är högre än utomhus, se Figur 18.



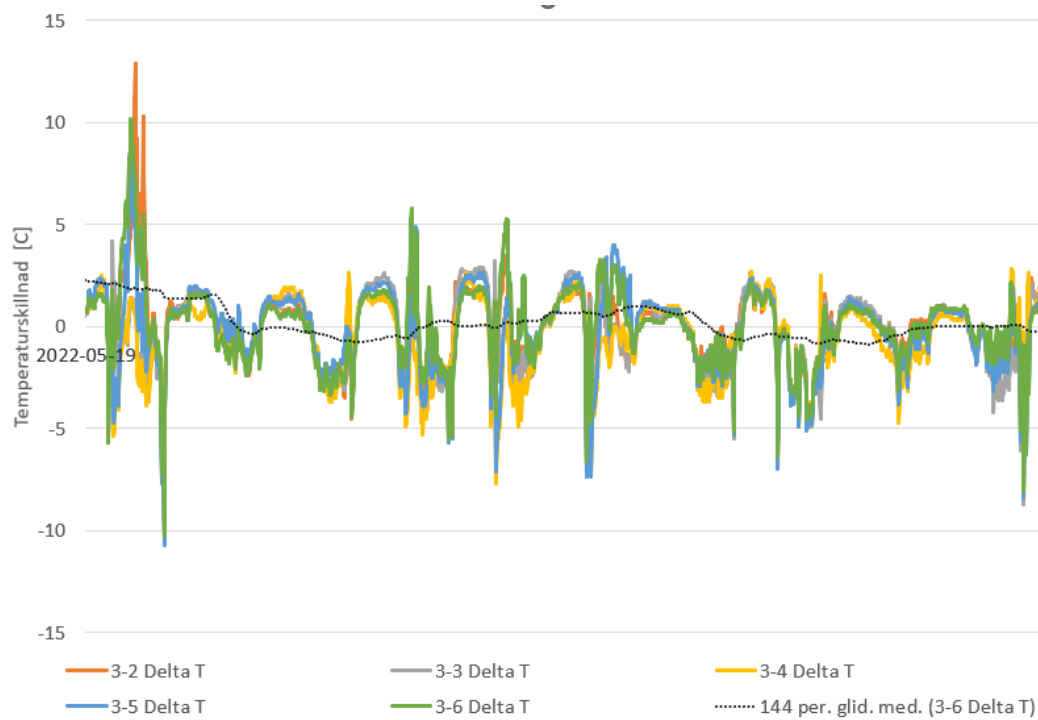
Figur 14. Projekt 3. Temperatur för sex olika givare under en vecka i maj. Under delar av dygnet går det att se enstaka givare med högre temperatur än de andra, sannolikt främst beroende på solstrålning.



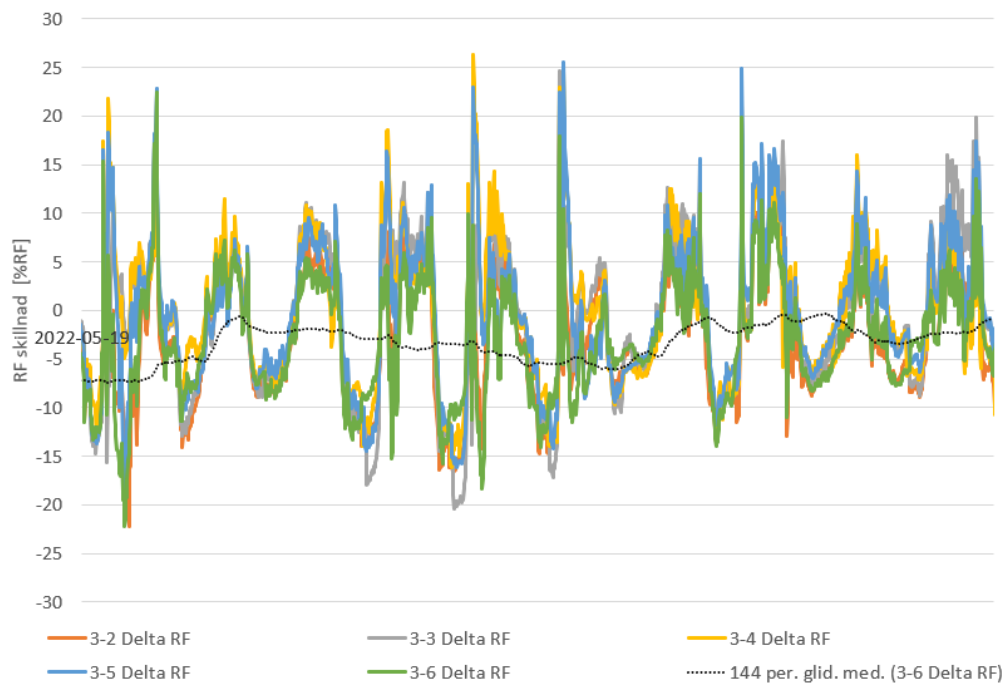
Figur 15. Projekt 3. Relativ luftfuktighet för sex olika givare under en vecka i maj.



Figur 16. Projekt 3. Fukttillskott för fem olika givare under en vecka i maj. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.



Figur 17. Projekt 3. Temperaturskillnad för fem olika givare under en vecka i maj. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.



Figur 18. Projekt 3. Skillnad i relativ luftfuktighet för fem olika givare under en vecka i maj. Givare 3-1 var placerad utomhus som referensnivå (0), övriga invändigt i väderskyddet. Den svarta kurvan är ett glidande veckomedelvärde.

Mikrobiell analys och mögelmodeller

Resultaten från mikroskoperingen av provkropparna och analyserna från mögelmodellerna redovisas i Tabell 4. Av fyra mikroskoperade provkroppar som varit placerade utomhus visar tre mikrobiell påväxt över normal nivå. I projekt 1 och 6 försvann provkroppen utomhus, vilket omöjliggjorde mikroskopering i dessa projekt. För analyserna utomhus är det i regel en skillnad i svaren mellan mikroskoperingen och de teoretiska analyserna. Anledningen till detta är att mögelmodellerna inte är gjorda för att hantera nederbörd, utan enbart beaktar det hygrotermiska tillståndet. En annan faktor som kan påverka resultaten är att osäkerheten i mätdata av RF och temperatur inte är helt kända. De värden som användes är justerade efter kalibreringen som gjordes efter att givarna monterats ned. Från tidigare studier är det känt att fältgivare ofta driver med tiden. I 1A visar Mogli-modellen att möjlig risk för påväxt föreligger både utomhus och inne i väderskyddet. Provkroppen inomhus visade inte någon mikrobiell påväxt och provkroppen utomhus försvann innan mikroskopering. Efter att provkroppen i projekt 1A försvann gjordes ett nytt försök där en kortare mätning gjordes i ett annat väderskydd på samma projekt. MRD-modellen visade inte någon risk för mikrobiell påväxt i något projekt, varken utomhus eller i väderskyddet.

Mikroskoperingen av provkropparna som varit placerade under väderskydden visar inte mikrobiell påväxt i något av fallen inomhus (7 av 7). Avseende mikrobiell påväxt verkar inte typen av väderskydd påverka resultatet. Det är viktigt att notera att mätperioden i samtliga fall är kortare än den faktiska tiden väderskyddet stod monterat.

Tabell 4: Resultat från mikroskopering och från mögelmodellerna Mogli och MRD, baserat på uppmätt data. Mögelmodellerna visar nivån av risk för att mikrobiell påväxt ska uppstå.

Id	Tid	Utomhus			I väderskydd		
		Prov	MOGLI-modellen	MRD-modellen	Prov	MOGLI-modellen	MRD-modellen
0	Jun-Nov ²	-	-	Ja*	Nej ^H	-	Nej*
1A	Okt-Feb	Förlorat prov	Möjlig risk	Nej	Nej ^{H+V}	Möjlig risk	Nej
1B	Mar-Maj	Nej ^H	Nej	Nej	Nej ^{H+V}	Nej	Nej
2	Dec-Mar	Ja ^H	Nej	Nej	Nej ^H	Nej	Nej
3	Apr-Jun	Ja ^H	Nej	Nej	Nej ^H	Nej	Nej
4	Jul-Okt	-	-	-	-	-	-
5	Jul-Dec	Ja ^V	Nej	Nej	Nej ^V	Nej	Nej
6	Sep-Nov	Förlorat prov	Nej	Nej	Nej ^H	Nej	Nej

*=I detta fall användes m-modellen (Togerö, Svensson Tengberg, & Bengtsson, 2011) istället för MRD-modellen.

^H Prov från horisontell provkropp ^V Prov vertikalprovkropp

DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I detta kapitel presenteras diskussion och slutsatser från projektet.

Diskussion

Diskussion presenteras separat för mikrobiell påväxt, byggklimat respektive arbetsmiljö.

Analys av mikrobiell påväxt

Inga av provkropparna som placerades i väderskyddet visade vid mikroskoperingen någon onormal mikrobiell påväxt. Vid tre av fyra mikroskoperade provkroppar placerade utomhus kan påväxt utöver normalt ses.

I ett av projekten visar analyserna med Mogli-modellen en möjlig risk, både i väderskyddet och utomhus. I övrigt visade MRD- och Mogli-modellen att risk inte ska föreligga. I projekt 0, där m-modellen användes, visar denna att risk för mikrobiell påväxt föreligger utomhus. Vid längre byggtider med fuktigare klimat än de undersökta projekten kan mikrobiell påväxt avseende hygrottermiskt tillstånd inte uteslutas.

I projekt 5 var provkroppen monterad utomhus monterad vertikalt (likt en vägg) och därmed inte påverkad av kvarstående vatten. Trots detta visade mikroskoperingen av denna påväxt. Detta tyder på att väggar av KL-trä som exponeras för nederbörd löper risk för mikrobiell påväxt, även om ändträ, skarvar och dylikt skyddas. Detta innebär även att metoder som baseras på att manuellt bortföra nederbörd från ett KL-träbjälklag också bör beaktas avseende risk för mikrobiell påväxt

Förutsättningar för en stomme utan mikrobiell påväxt är beroende av att exponering för nederbörd undviks under byggtiden. I de studerade fallen tycks väderskydd ha varit en förutsättning för detta.

I de flesta fall var den undersökta perioden kortare än den faktiska tiden då väderskyddet stod monterat. Detta indikerar att risken för mikrobiell påväxt sannolikt är större i verkligheten än vad resultaten visar.

Byggklimat

Ett väderskydd har uppenbart förmågan att leda bort nederbörd från stommen på byggarbetsplatsen. I de undersökta projekten är mängden nederbörd påtaglig. Väderskyddet verkar också medföra förändrade hygrottermiska tillstånd jämfört med utomhus.

En viss temperaturhöjning kunde generellt ses i väderskyddet. Detta tycks gälla framför allt vid varmare väderlek. Möjliga förklaringar skulle kunna vara mer solstrålning, mindre nattutstrålning och mätosäkerhet. I projekt 5 och projekt 6 användes utrustning för uppvärmning lokalt i väderskyddet, vilket har påverkat några av givarna. Oavsett vilket kunde dock en generell temperaturhöjning ses även bortsett från detta. Vidare kunde även en jämnare temperatur noteras i väderskyddet samt en förskjutning av temperaturtoppen till senare på kvällen. Anledningen till detta kan vara att byggnadens stomme har möjlighet att lagra värme samtidigt som väderskyddet påverkar sol- och nattutstrålning. Placeringen av givarna i förhållande till solljuset bedöms också ha en inverkan på dessa resultat.

I de flesta projekt verkar fuktillskottet i väderskyddet ha varit negativt, dvs. att ånghalten i väderskyddet är lägre än utomhus. Möjliga förklaringar till detta skulle kunna vara osäkerheter i mätningarna och minskad avdunstning från marken och andra ytor, beroende på avledd nederbörd. Träets förmåga att lagra fukt diskuterades som en anledning, men bedöms inte vara sannolik då även måttliga luftomsättningar i väderskyddet bör tillföra utomhusluft snabbare än vad träet har möjlighet att ta upp överskottsfukt. Givarna i väderskyddet är i regel inte placerade i själva byggnaderna utan i väderskyddets ställning. Om de hade placerats i byggnaderna skulle resultatet kunna bli annorlunda.

Arbetsmiljö

De flesta som har besvarat enkäten menar att det är fler fördelar än nackdelar med ett väderskydd. I sju av åtta projekt anger de svarande att de skulle föredra ett väderskydd i sitt nästkommande projekt avseende arbetsmiljö. Arbetsmiljön påverkas av vilken sorts väderskydd som används. Framför allt gällande produktivitet och säkerhet verkar typen av väderskydd ha inverkan på svaren. De öppningsbara väderskydden anses vara mindre fördelaktiga att arbeta i, medan tälthallar gav stora vinster gällande arbetsmiljö och produktivitet. Även flexibilitet ansågs bero på vilken typ av väderskydd som användes. Tälthallar och väderskydd på ställning ansågs bidra till en ökad flexibilitet, medan öppningsbara väderskydd försämrade flexibiliteten jämfört med byggnation utan väderskydd. I samtliga fall angav de svarande fördelar med att slippa hantera nederbörd och blåst. Projekt 2 var det enda projektet som inte önskade väderskydd i nästa projekt. Detta projekt uppfördes under vintern och många av de svarande menade att en nackdel med väderskyddet var att det stängde ute solljus, de var även negativa till tidsaspekten av att öppna och stänga väderskyddet.

Risken för övertemperaturer ses framför allt nära taket och på den södra sidan av väderskyddet. Detta fenomen noterades framför allt i projekt 4, vilket var ett väderskydd avsett för takrenovering. Personalen på byggarbetsplatsen upplevde där problem med övertemperaturer sommartid. I projekt 3 och 5, som också pågick under sommaren upplevdes inte samma problem med övertemperaturer och ett motsvarande värmetillskott kunde inte ses på mätdata. I projekt 4 var väderskyddets volym mindre än i de andra projekten. En större volym av luft kan medföra ett mer skugglikt förhållande, vilket projekt 5 menade var en stor fördel med deras väderskydd.

Mängden vatten som avleds från väderskyddet är väsentlig och motsvarar under en byggtid 10- till 100-tals ton. Avledningen av vatten kan utöver att minska risken för mikrobiell påväxt även bidra till minskad risk för halka och en renare arbetsplats. Samtidigt behöver vattenavledning från väderskydd hanteras avseende att undvika att vattenansamlingar bildas på eller utanför arbetsområdet. I de projekt som har pågått vintertid har besvär upplevts med att bortföra snö från väderskydden. I en del av enkätsvaren från dessa projekt framgår dock fördelar med att inte behöva skotta bort snö från själva byggnaden.

Slutsatser

Undersökningen kan konstatera stora fördelar med att använda heltäckande väderskydd i samband med träbyggnad, i denna undersökning KL-trästomme. Slutsatser baserade på studerade projekt är:

- Tre av fyra mikroskoperade provkroppar som placerades utomhus har drabbats av mikrobiell påväxt. Ingen av provkropparna som monterats i något av väderskydden påvisar mikrobiell påväxt över normala nivåer. En väderskyddad trästomme ger således ett rimligt risktagande gällande mikrobiell påväxt. Detta samband ses i projekt under alla årstider i samtliga studerade delar av landet, oavsett väderskyddstyp. Anmärkningsvärt är att även vid konstruktionstider kortare än normalt och vid vertikal placering av provkroppen har mikrobiell påväxt på provkropparna utomhus observerats. Detta indikerar att träbyggnad under bar himmel med de undersökta produktionstiderna innebär ett förhöjt risktagande avseende mikrobiell påväxt. Mätperioderna i detta projekt har dock generellt varit relativt korta och klimatet har i många fall varit torrare än normalt. För projekt med längre produktionstid och ogynnsammare byggklimat ökar förstås risknivåerna överlag. Här konstateras att förutsättningarna för träbyggnation med väderskydd är markant bättre.
- Förutom skyddet från nederbörd är de hygrotermiska förhållandena förhållandevis likvärdiga i väderskyddet jämfört med utomhus. Generellt är det dock i regel lite varmare och torrare inne i väderskyddet, vilket leder till en lägre relativ luftfuktighet. En grads högre temperatur innebär i regel storleksordningen 5% lägre relativ luftfuktighet. En lägre relativ luftfuktighet minskar generellt risken för mikrobiell påväxt och för en längre produktionstid kan detta vara en buffert som har en stor inverkan på att förhindra mikrobiell påväxt.
- Analyser med mögelmodeller för provkroppar inuti väderskyddet visar generellt samma utfall som mikroskoperingen av de monterade provkropparna gör. Vid analyserna av provkropparna utomhus underskattar mögelmodellerna risken för påväxt, som en följd av att modellerna inte hanterar nederbörd. Mögelmodeller är således inte anpassade för att bedöma risk för mikrobiell påväxt för träkonstruktioner som exponeras för nederbörd.
- Även vertikalt stående KL-trä där nederbörd rinner av direkt har visats sig löpa risk för att drabbas av mikrobiell påväxt. Detta innebär att även väggar och bjälklag, där vattnet förs bort mekaniskt, kan vara utsatta för mikrobiell påväxt om de monteras utan väderskydd.
- Den upplevda arbetsmiljön påverkas av vilken sorts väderskydd som används. Väderskydd med fasta tak upplevs vara bättre än de som är öppningsbara. Diskussionen gällande arbetsmiljö i väderskydd bör breddas till vilken typ av väderskydd som används och inte bara om ett väderskydd används.
- En stor majoritet av de som besvarade enkäten önskade ett väderskydd även i sitt nästkommande projekt.
- Ett väderskydd med en större luftvolym är bättre på att motverka övertemperaturer.

Ovan slutsatser indikerar att ett väderskydd med fast tak ger stora fördelar arbetsmiljömässigt. Att använda väderskydd oavsett typ, geografisk placering eller årstid resulterar i en lägre risk avseende mikrobiell tillväxt på KL-trä i de studerade projekten.

Behov av fortsatt arbete

I arbetet med projektet har flera noteringar om kunskapsbrister gjorts. Några är:

- Entreprenörer behöver uppdaterade riktlinjer för hur trämaterial ska hanteras på byggarbetsplatsen, exempelvis hur länge trämaterial av olika slag kan vara exponerat mot nederbörd men även mot uteluft utan styrt klimat. Kritiska fuktillstånd för träprodukter hade behövts som underlag.
- Kunskapen om hur mikrobiell tillväxt påverkas av nederbörd är inte tillgänglig för entreprenörer vilket innebär svårigheter att bedöma olika typer av klimat. För att stödja hade teoretiska mögelmodeller som kunnat ta hänsyn till nederbörd varit önskvärda.
- Utformningen av väderskyddet verkar spela roll avseende arbetsmiljöaspekter –hur beställande led kan efterfråga hur produktionen är planerad sett till arbetsmiljöaspekter. På entreprenörssidan kan övergripande kvalitetsaspekter, såsom eventuellt minskat spill med eller utan väderskydd vara intressant att studera.
- Studien konstaterade ett förhöjt risktagande vid byggnation under bar himmel. Alternativa åtgärder för ett fuktsäkert montage kan studeras vidare för att belägga dessas effektivitet.
- Samtliga studerade fall avsåg projekt där mätutrustningen var monterad minst två månader. Kompletterande studier skulle kunna göras för kortare tidsperioder, i fler delar av landet och vid fler årstider för att få ett bredare underlag.
- CO₂-belastning är inte undersökt i detta projekt. Ökad kunskap skulle behövas kring CO₂-belastning som olika byggmetoder medför, även beaktat ökat behov av maskinell torkutrustning, ökat spill av material, ökad mängd cement eller annat oorganiskt material o.d.
- Arbetsmiljöaspekter och byggklimat i befintliga byggnader som renoveras med ett väderskydd skulle utgöra ett intressant komplement till denna studie.
- Informera om resultat från detta arbete.

LITTERATURFÖRTECKNING

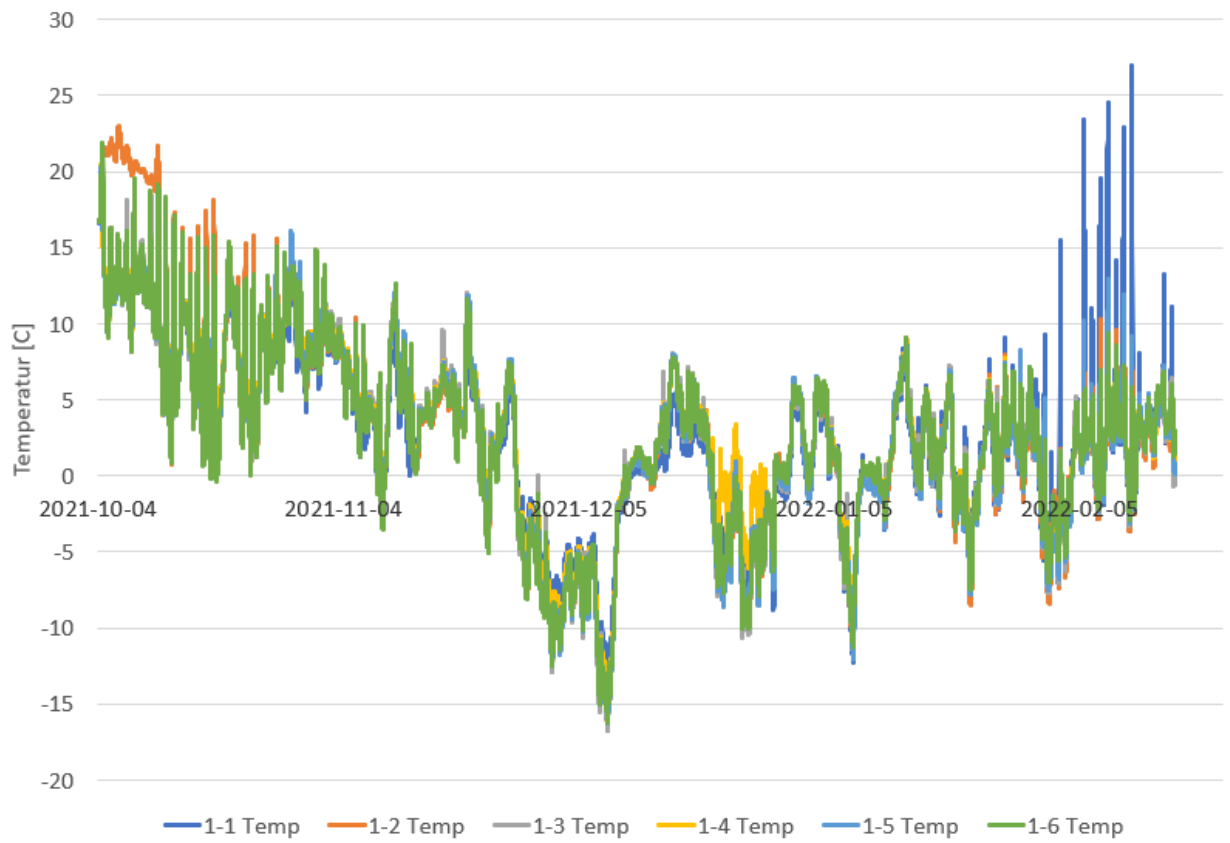
- Axelsson, K., Larsson, B., Sandberg, S., & Söderlind, L. (2004). *Väderskyddad produktion - Möjligheter och erfarenheter (SBUF 11259)*. Stockholm: SBUF.
- Bano, Michael, & Youssef. (2021). *Byggfukt i byggnader med stomme av korslimmat trä*. Eskilstuna Västerås: Mälardalens högskola.
- Boverket. (2018). *Boverkets byggregler - föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2018:4 (Boverket's Building regulations)*. Karlskrona, Sweden: Boverket.
- Brandt, E., Bunch-Nielsen, T., Kvist Hansen, T., Morelli, M., & Nielsen, A. (2022). *SBI anvisning 278. Fugt i bygning. Projektering och utførelse*. Aalborg: BUILD AAU.
- Brycke, E., & Martinsson, L. (2018). *Väderskydd, en lathund för entreprenören*. Stockholm, Sweden: SBUF 13499.
- Ekman, & Lundquist. (2020). *Väderskydd för träkonstruktioner*. Växjö: Linnéuniversitetet.
- FPInnovations. (2013). *CLT Handbook: cross-laminated timber, US-edition*. Ed: Karacabeyli, E; Douglas, B.
- Johansson, P., Bok, G., Lång, L., & Mjörnell, K. (2022). *Kritiskt fukttillstånd för mögelpåväxt på byggnadsmaterial*. . Borås: RISE Rapport 2022:69.
- Johansson, P., Lång, L., & Capener, C.-M. (2021). How well do mould models predict mould growth in buildings, considering. *Journal of Building Engineering, 40*.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102301>
- Jonsson, R., & Persson, M. (2021). *Byggprocess för trähusbyggande med väderskydd*. . Stockholm: SBUF 13881.
- Kalbe, K., Annuk, A., Ruus, A., & Kalamees, T. (2022). Experimental analysis of moisture uptake and dry-out in CLT end-grain exposed to free water. *Journal of Physics: Conference Series, 2069*, 012050.
- Kalbe, K., Kalamees, T., Kukk, V., Ruus, A., & Annuk, A. (2022). Wetting circumstances, expected moisture content, and drying performance of CLT end-grain edges based on field measurements and laboratory analysis. *Building and Environment, 221*, 109245.
- Larsson, B., & Söderlind, L. (2006). *Väderskyddad produktionsmiljö, Framtidens byggande. SBUF 10103*. Stockholm: SBUF.
- Olin. (2015). *Väderskydd vid byggproduktion*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Olsson, L. (2019). *Fuktsäkerhet vid KL-träbyggande utan väderskydd (Moisture safety of CLT-construction without weather protection)*. Stockholm, Sweden: RISE / SBUF ID 13548
www.sbuf.se .
- Olsson, L. (2020). *Fuktsäkerhet vid massivträbyggande: Förstudie laboratorieförsök*. Växjö, Sweden: Smart Housing Småland.

- Olsson, L. (2021). CLT construction without weather protection requires extensive moisture control. *Journal of Building Physics*, 45(1).
- RISE. (2012). *SP Method 4927. Laboratory Test Method for Determining Critical Moisture Level for Mould Growth on Building Materials*. Borås: RISE.
- SIS Swedish Standards Institute . (2014). *Building materials – Laboratory method for assessment of the lowest hygrothermal conditions required for mould growth. SIS-TS 41:2014* . Stockholm: SIS.
- SMHI, Swedish Meteorological and Hydrological Institute. (u.d.). *SMHI Data*. Hämtat från <https://smhi.se/data> den 21 12 2022
- Svenskt Trä. (2021). *Fuktsäkert KL-träbyggande utan heltäckande väderskydd*. Svenskt Trä.
- SvensktTrä. (2017). *KL-trähandboken. Fakta och projektering av KL-träkonstruktioner (CLT hand book)*. Stockholm, Sweden: 978-91-981922-5-4.
- Svensson Tengberg, C. (2022). *A design-build contractor risk assessment framework for new technical solutions in the construction industry. SBUF 13535*. Stockholm: SBUF.
- Svensson Tengberg, C., & Bolmsvik, Å. (2021). *J. Phys.: Conf. Ser., 2069 012017*.
- Svensson Tengberg, C., & Bolmsvik, Å. (2021). Impact on a CLT structure concerning moisture and mould growth using weather protection. *IBPC, 8th International Building Physics Conference 25-27 August 2021*. Copenhagen, Denmark: IBPC2021.
- Svensson Tengberg, C., & Hagentoft , C.-E. (2020). Relying on reference cases when evaluating new technical solutions? Evaluation of technical documentation in a case. *E3S Web Conf Volume 172, NSB2020*.
- Svensson Tengberg, C., & Hagentoft, C.-E. (2021). Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a CLT structure. *Buildings*, 6, 247. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings11060247>
- Thelandersson, S., & Isaksson, T. (2013). Mould resistance design (MRD) model for evaluation of risk for microbial growth under varying climate conditions. *Build Environ*, 65, 18-25.
- Togerö, Å., Svensson Tengberg, C., & Bengtsson, B. (2011). m-model: a method to assess the risk for mould growth in wood structures with fluctuating hygrothermal conditions. *Healthy Buildings, Espoo, Finland*, 317-322.
- Öberg, J., & Wiege, E. (2018). *Moisture risks with CLT-panels subjected to outdoor climate during construction - focus on mould and wetting processes*. KTH, Byggt teknik och design.

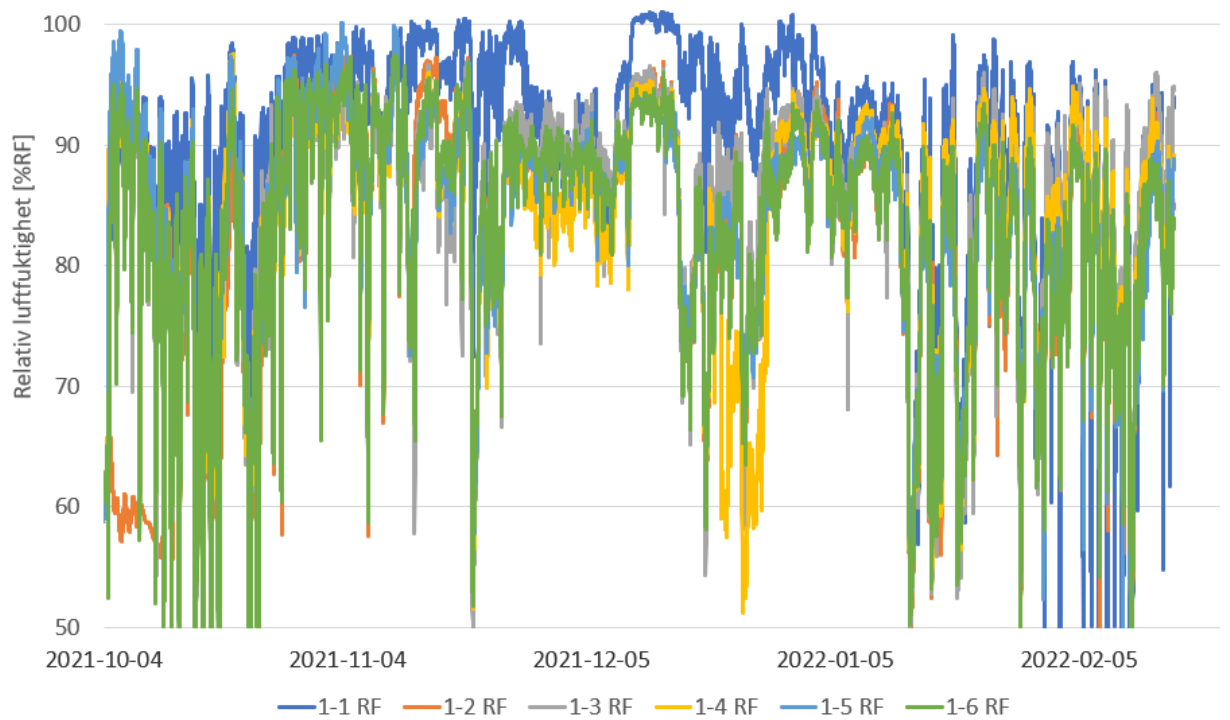
BILAGOR

A. Mätdata

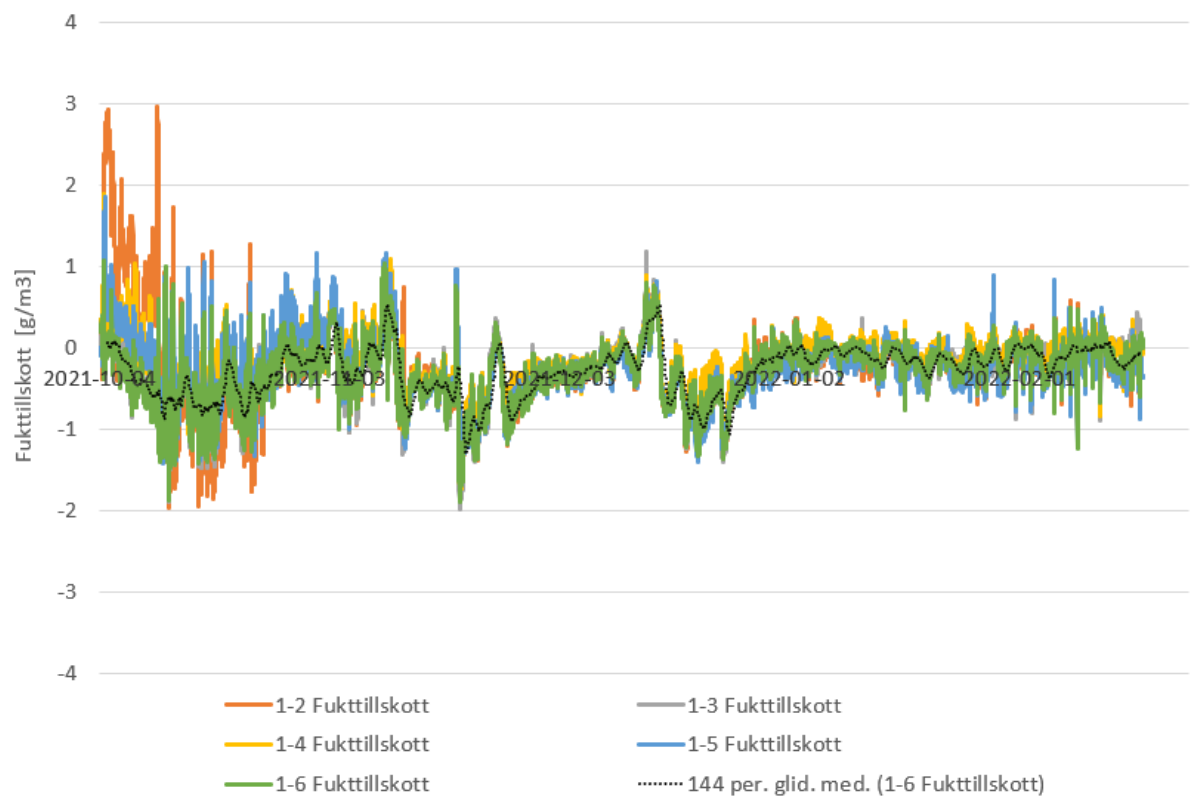
Projekt 1A



Figur 19 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



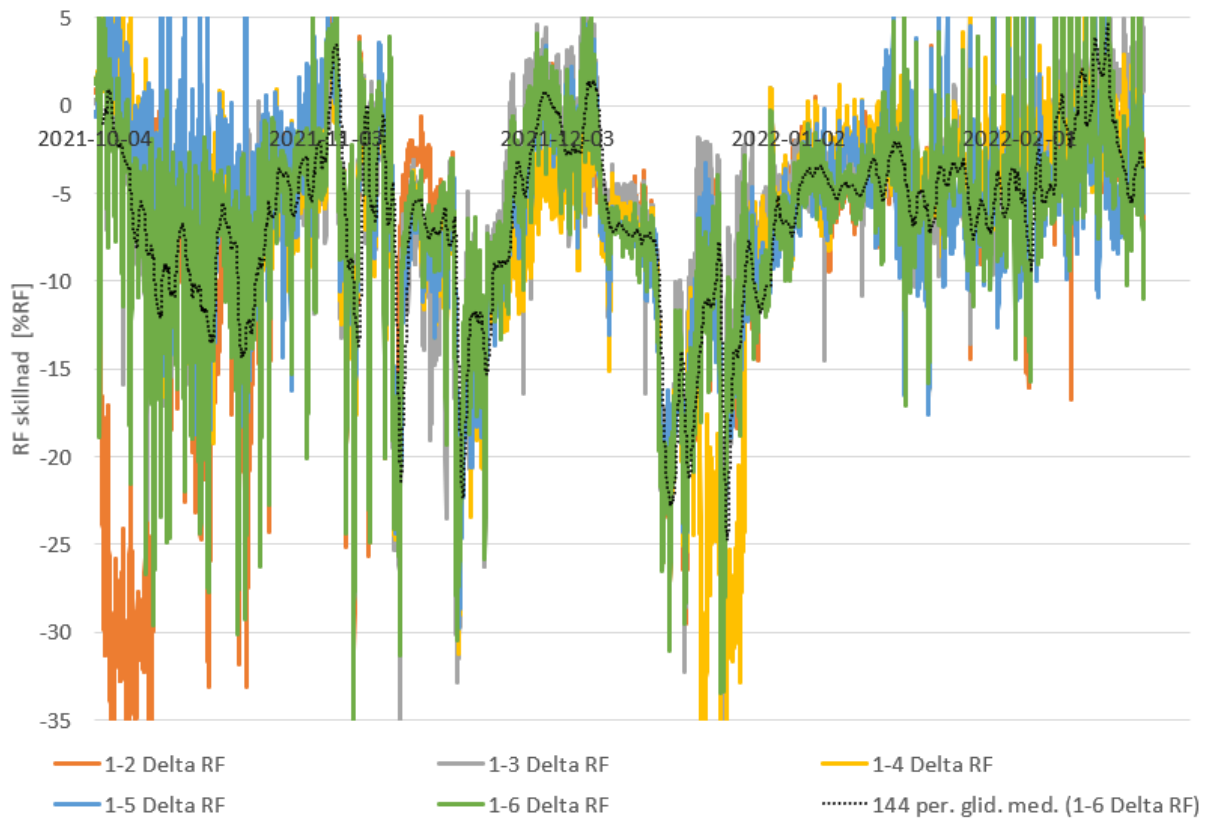
Figur 20 Uppmätt RF för respektive mätplats



Figur 21 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats

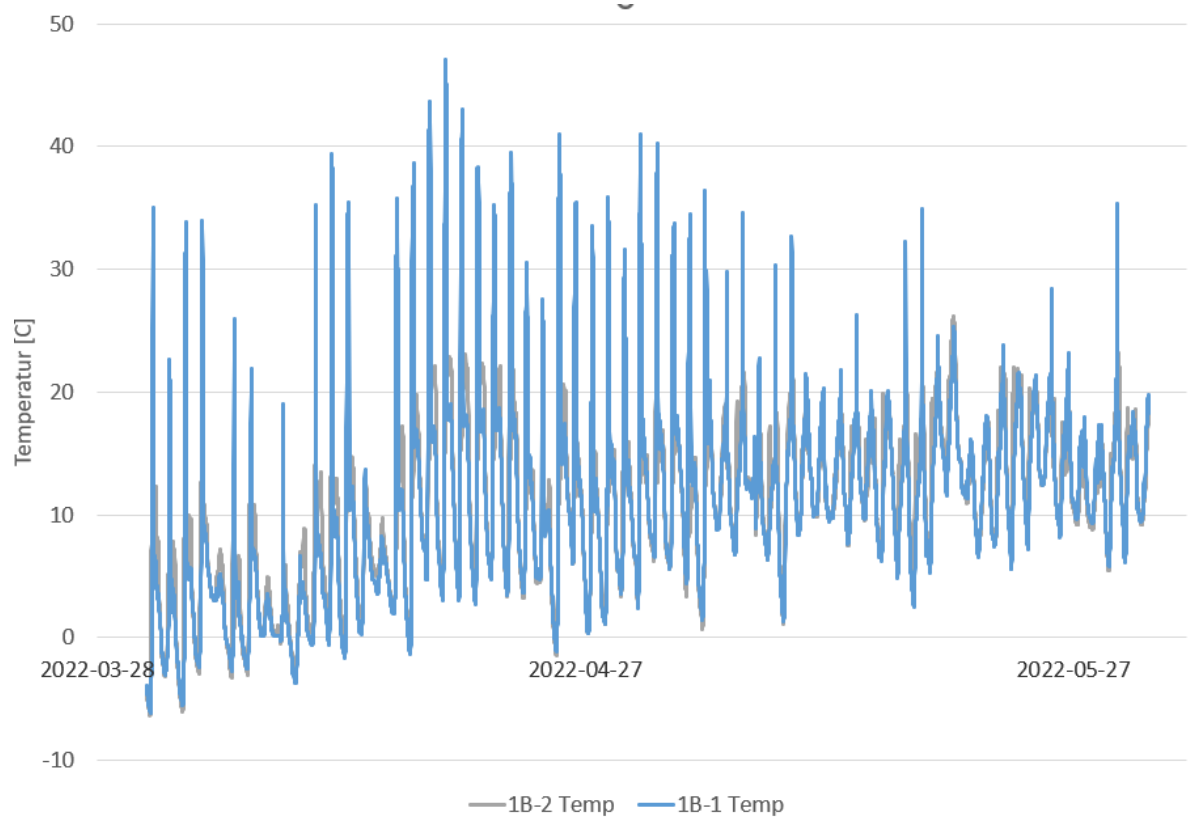


Figur 22 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus

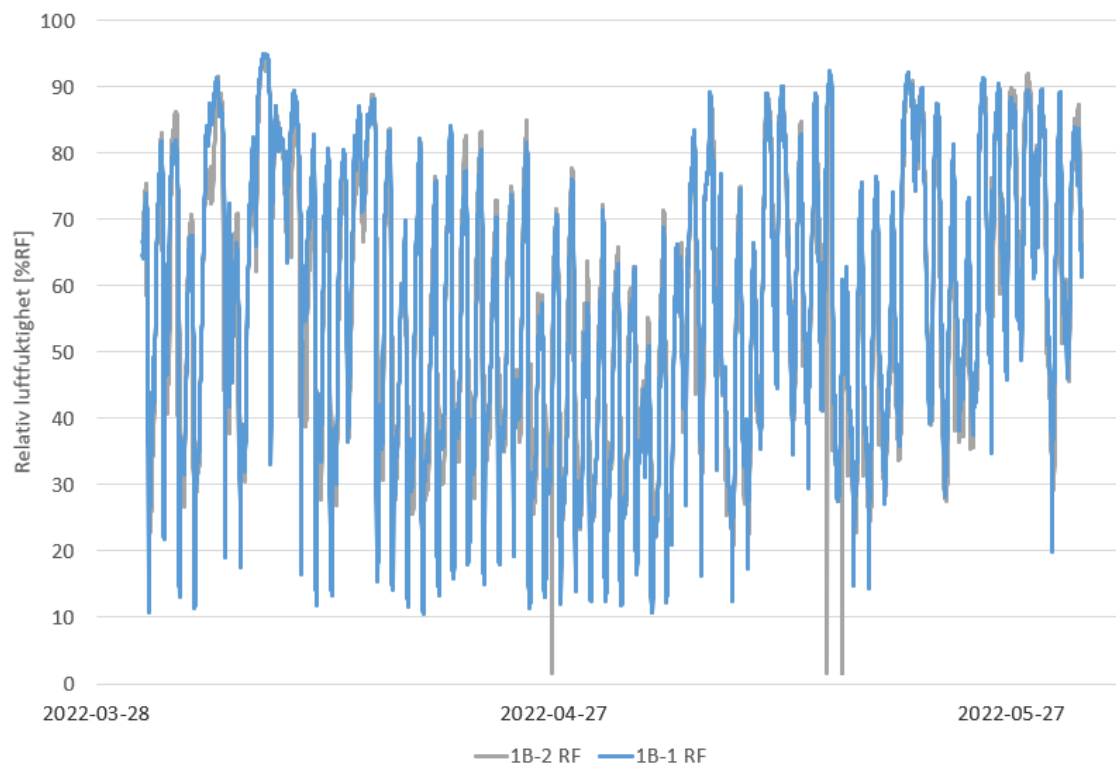


Figur 23 Skillnad i RF för respektive mätplats i väderskyddet förhållande till utomhus

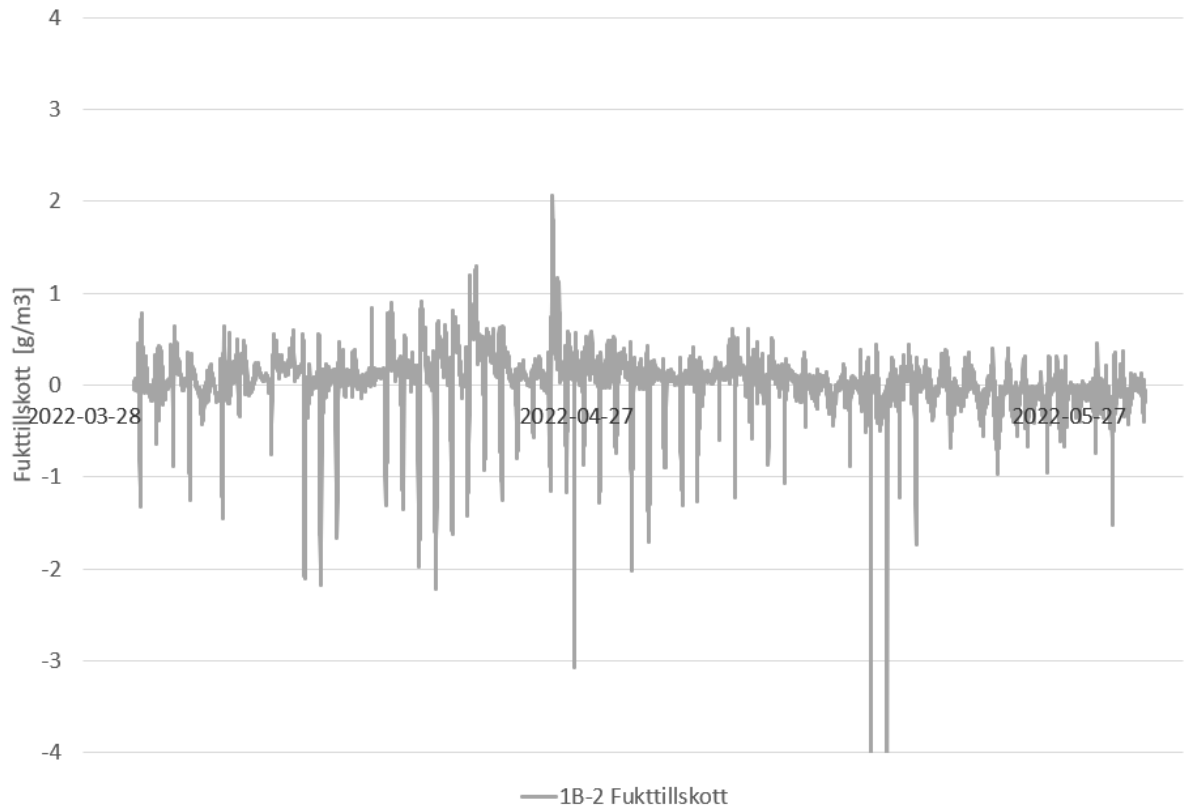
Projekt 1B



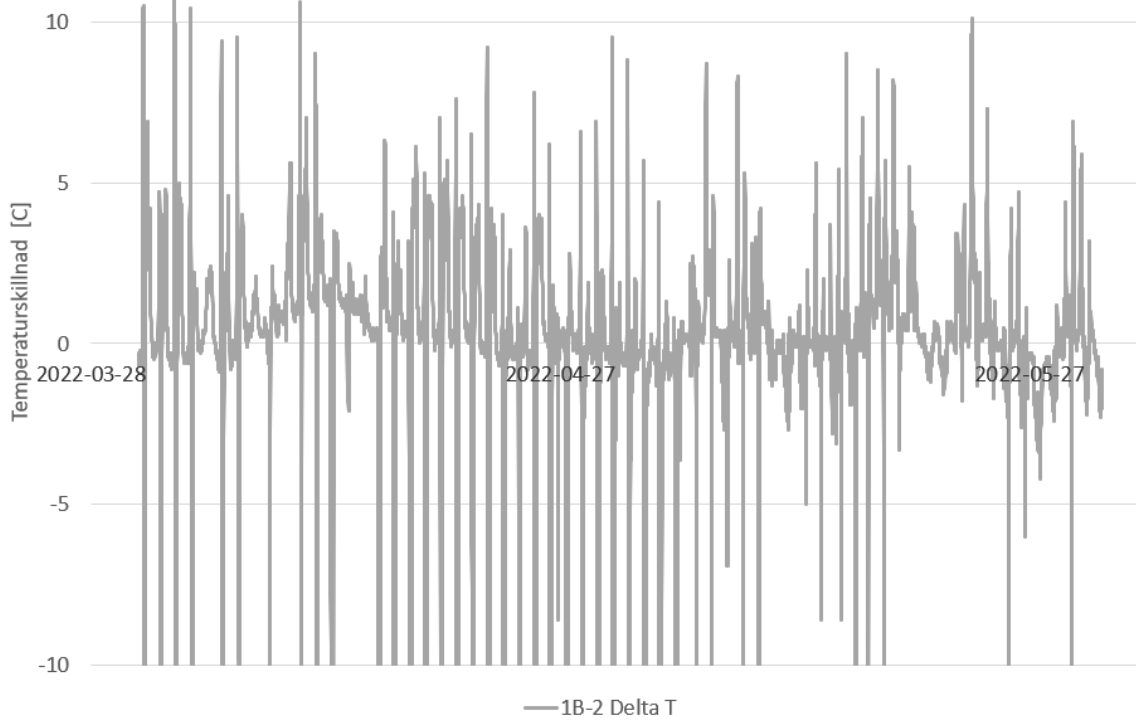
Figur 24 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



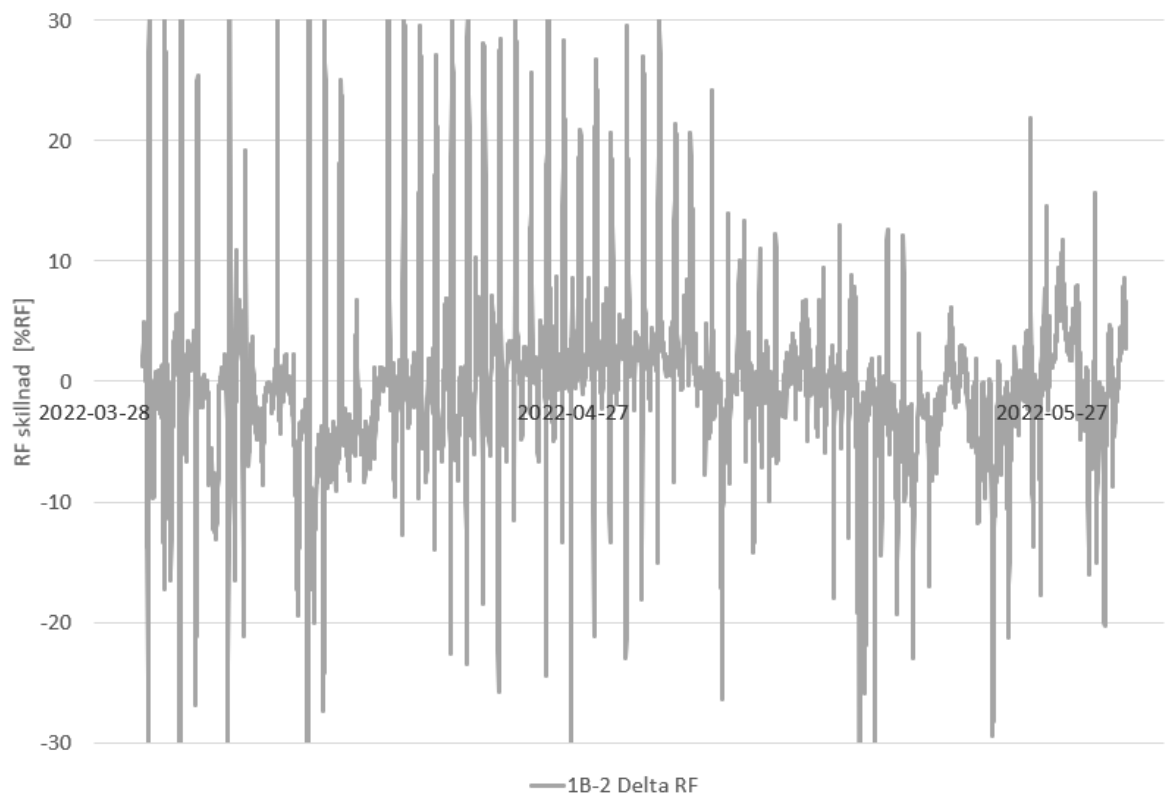
Figur 25 Uppmätt RF för respektive mätplats



Figur 26 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats

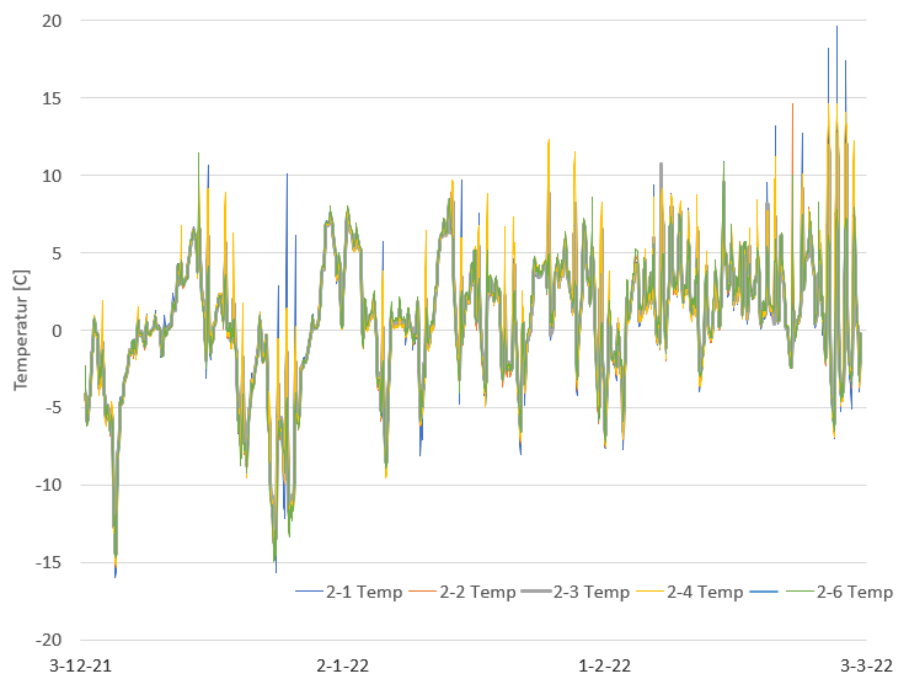


Figur 27 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus

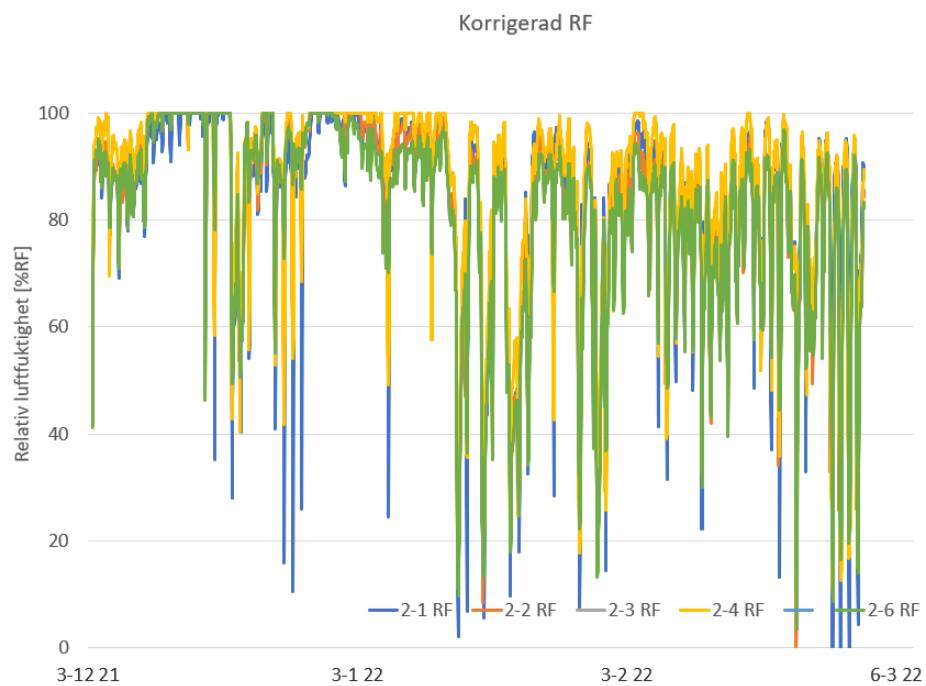


Figur 28 Skillnad i RF för respektive mätplats i väderskyddet förhållande till utomhus

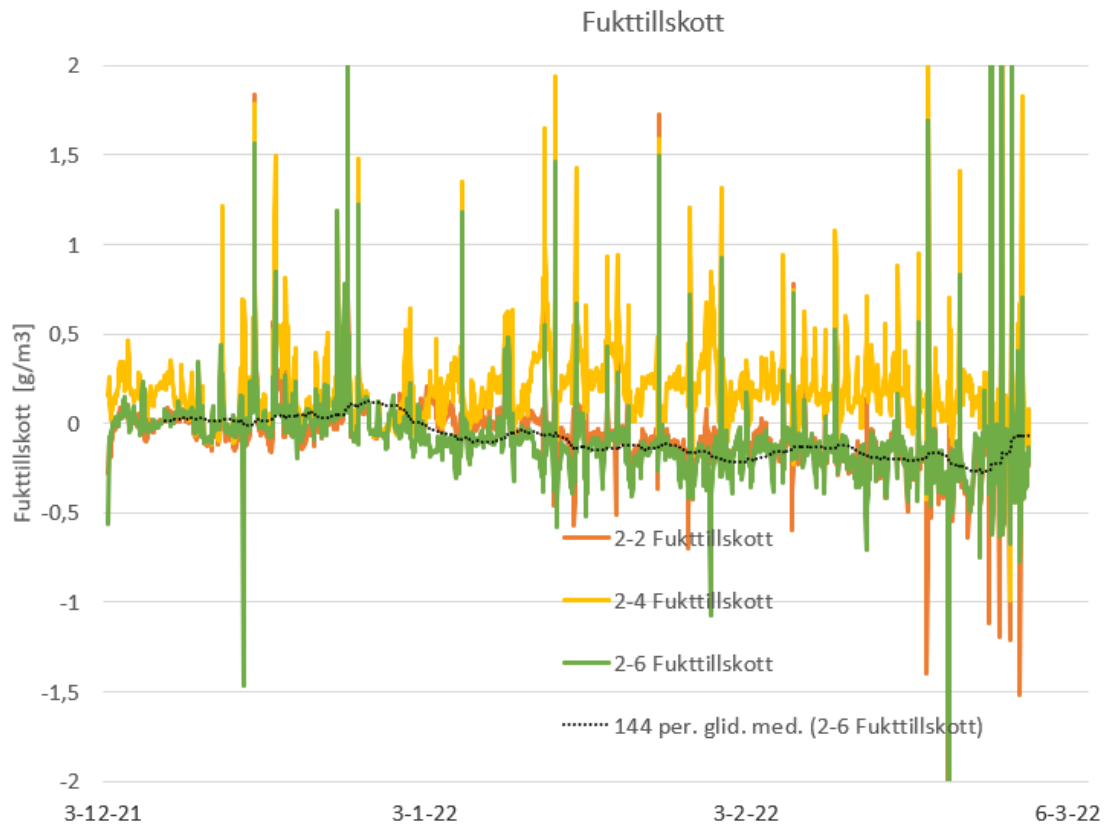
Projekt 2



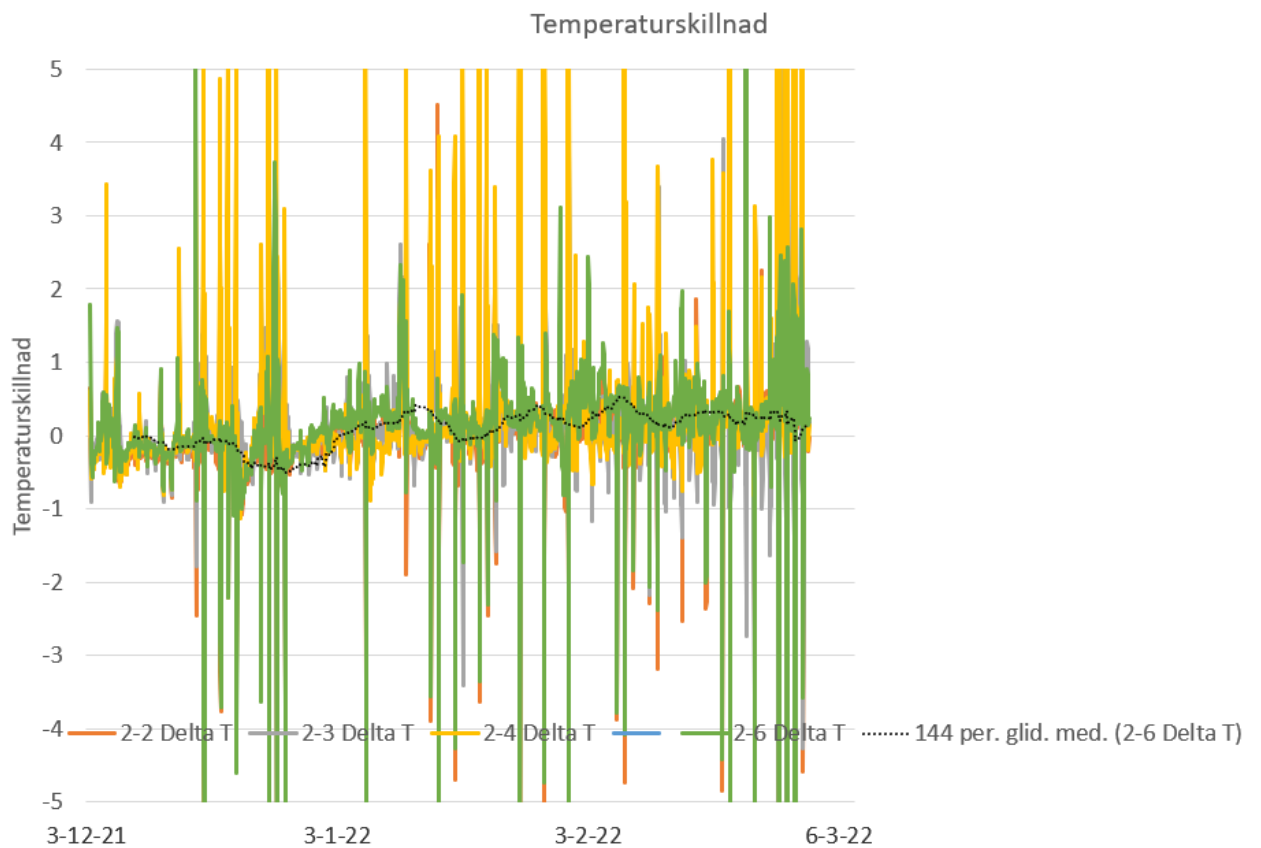
Figur 29 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



Figur 30 Uppmätt RF för respektive mätplats

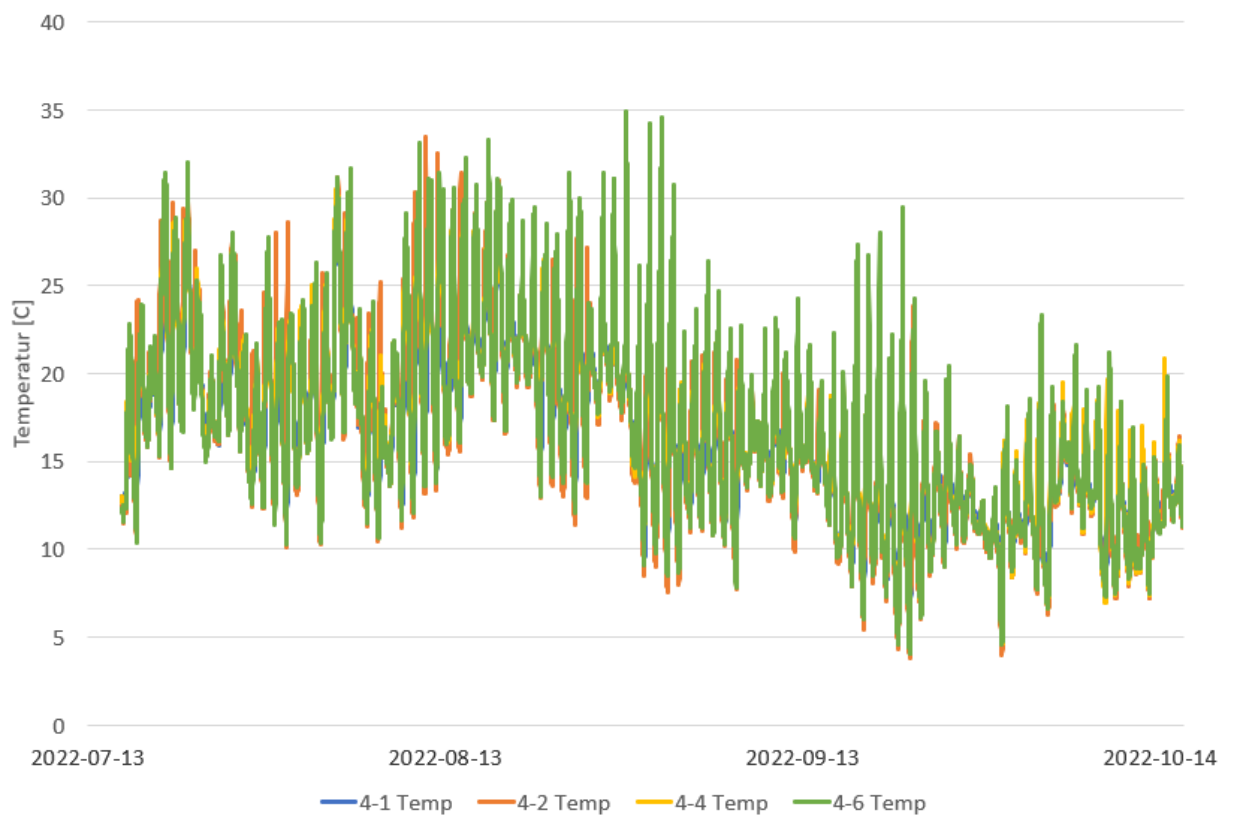


Figur 31 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats

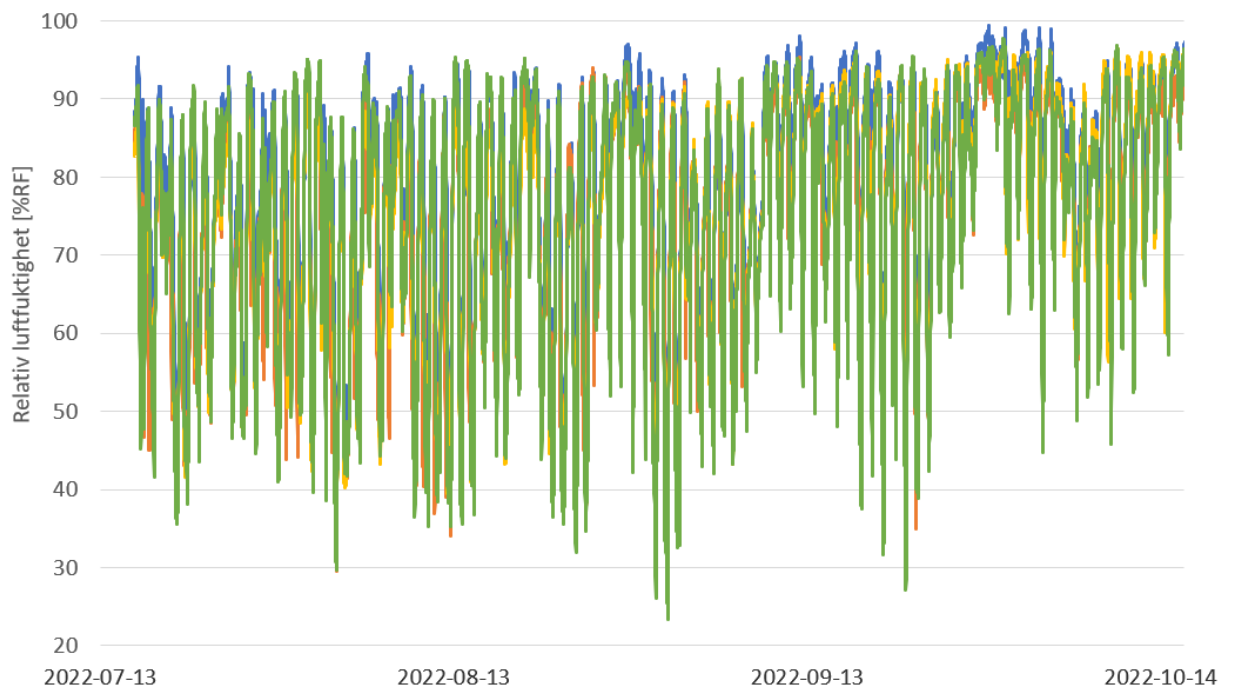


Figur 32 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus

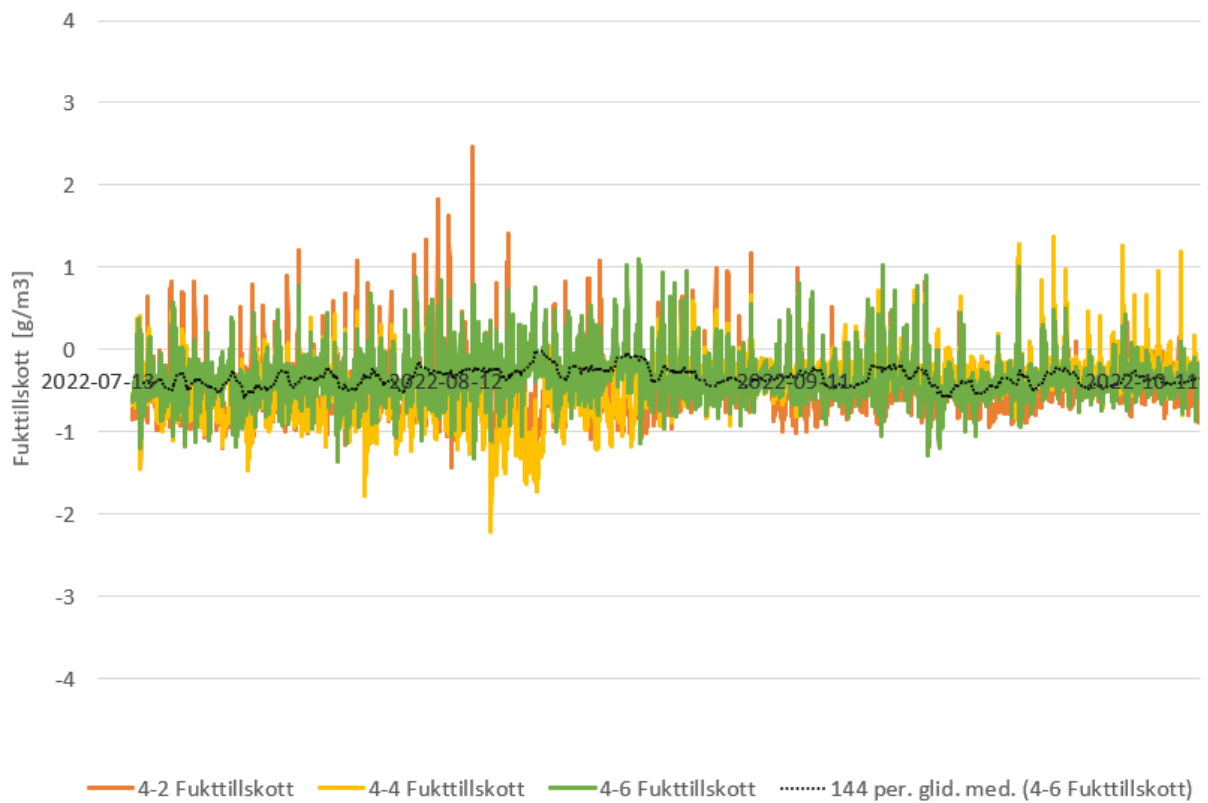
Projekt 4



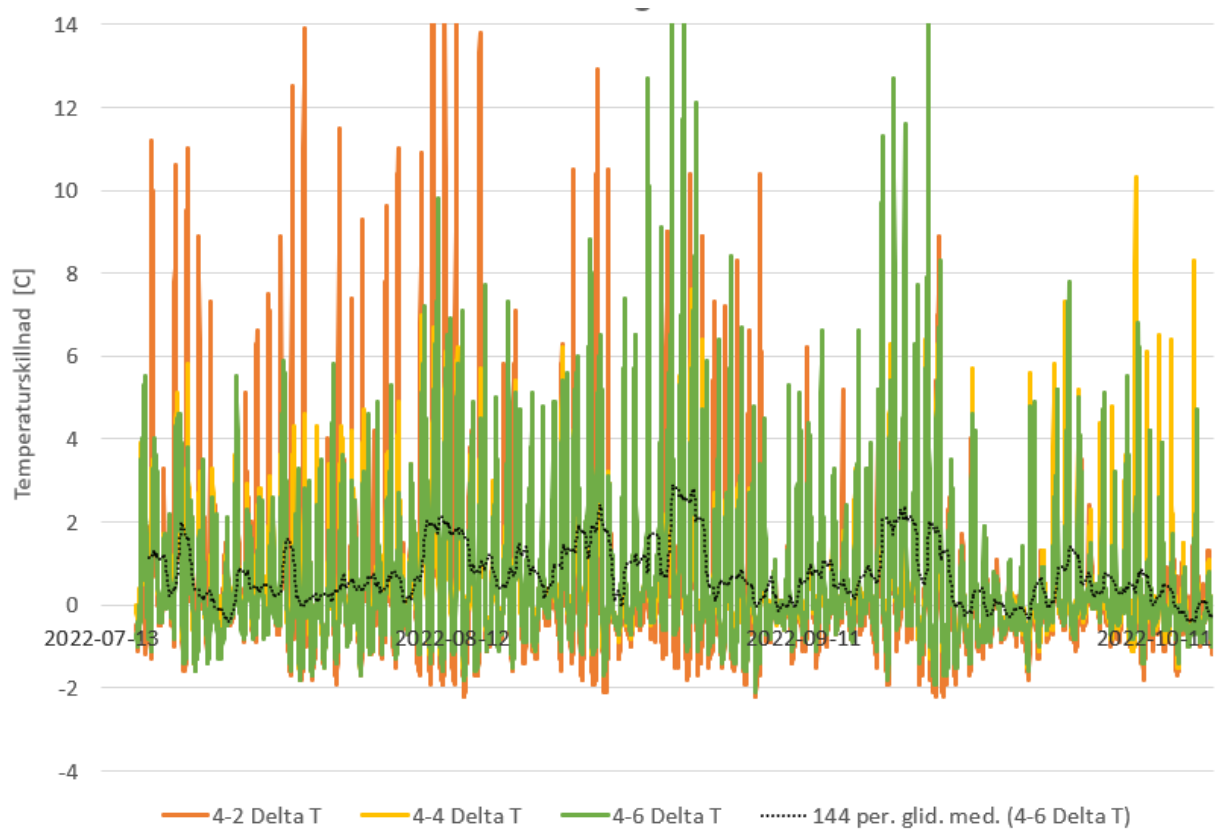
Figur 33 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



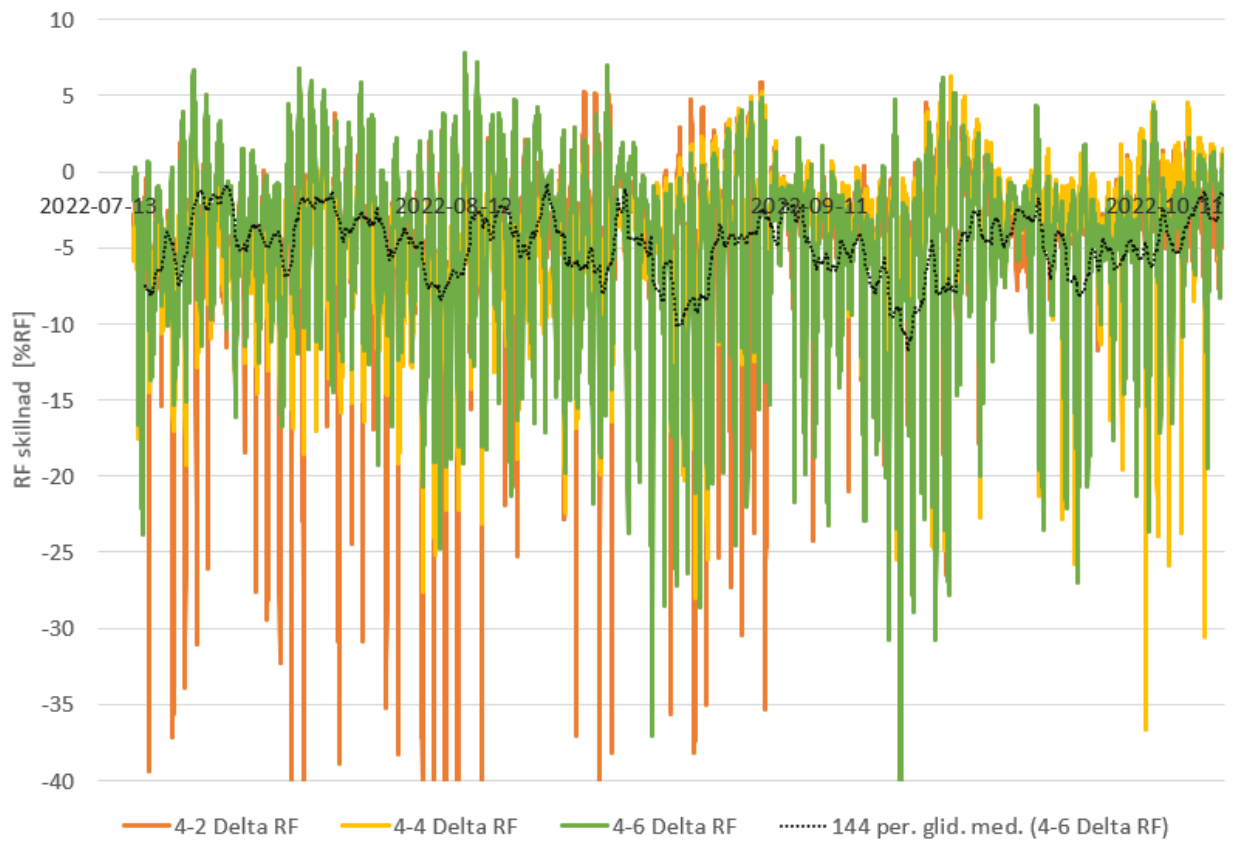
Figur 34 Uppmätt RF för respektive mätplats



Figur 35 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats

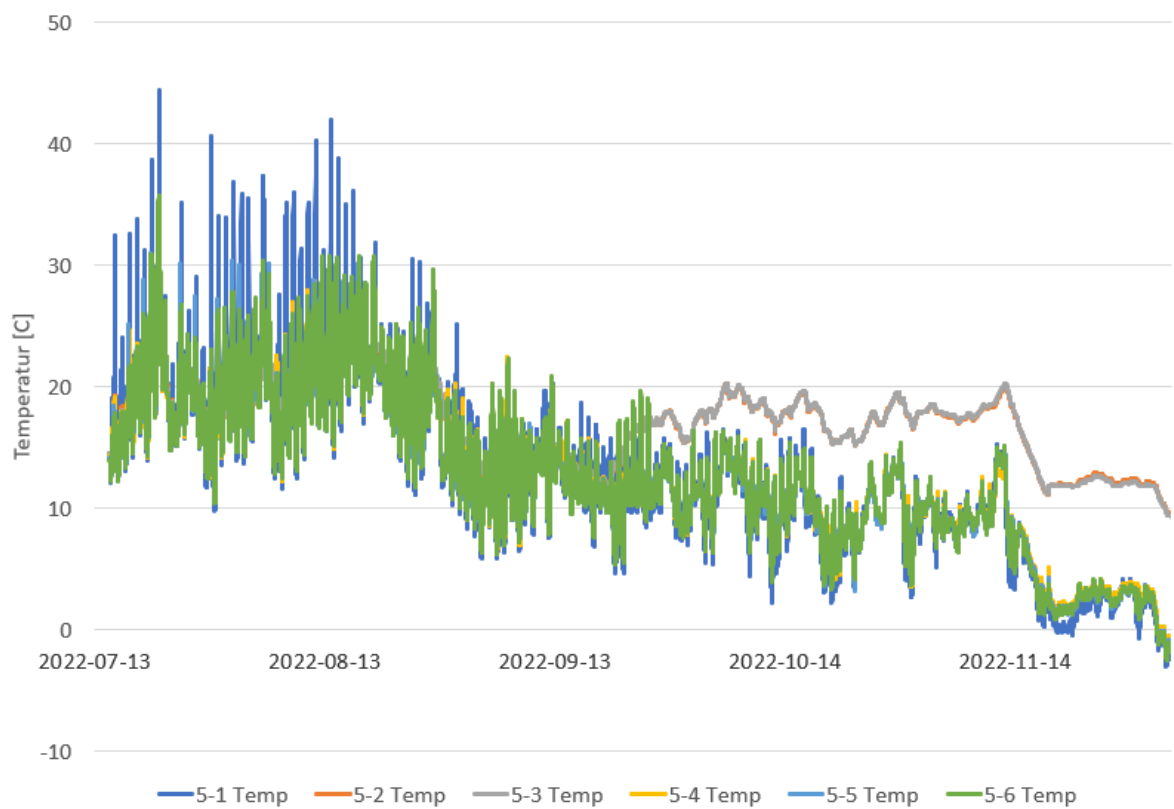


Figur 36 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus

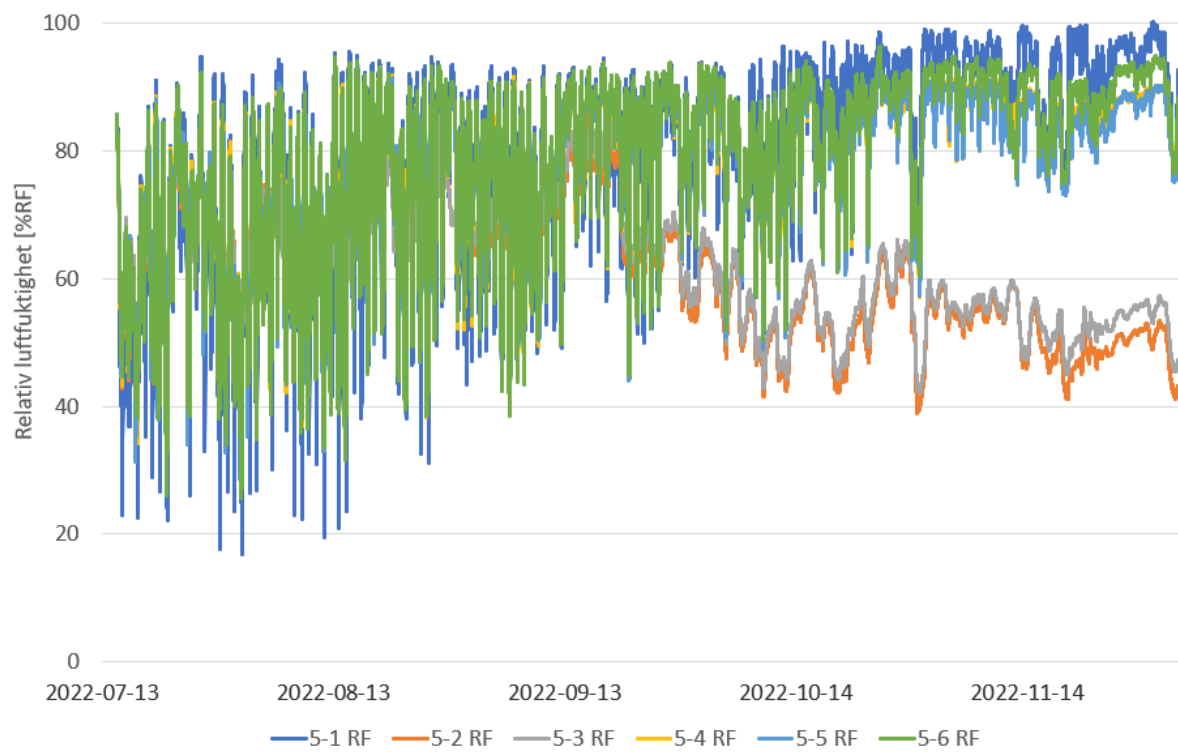


Figur 37 Skillnad i RF för respektive mätplats i väderskyddet förhållande till utomhus

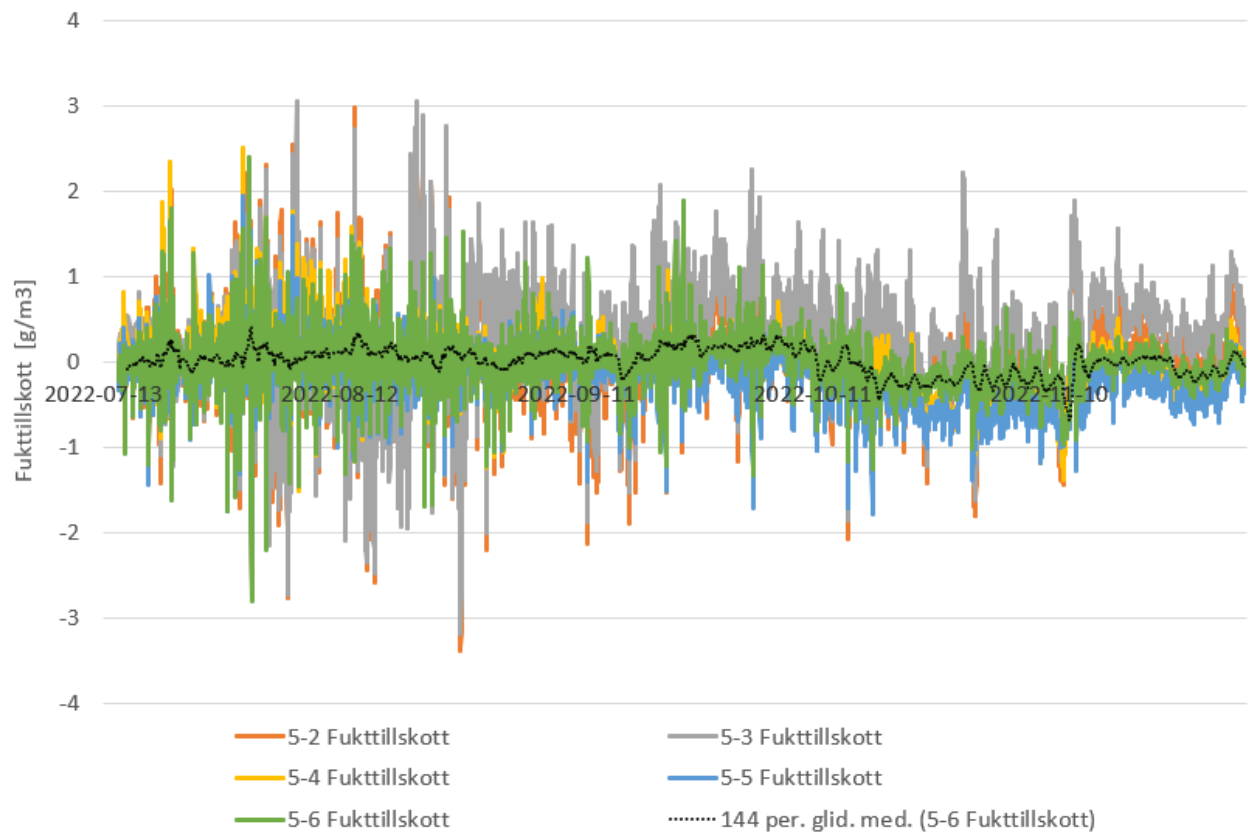
Projekt 5



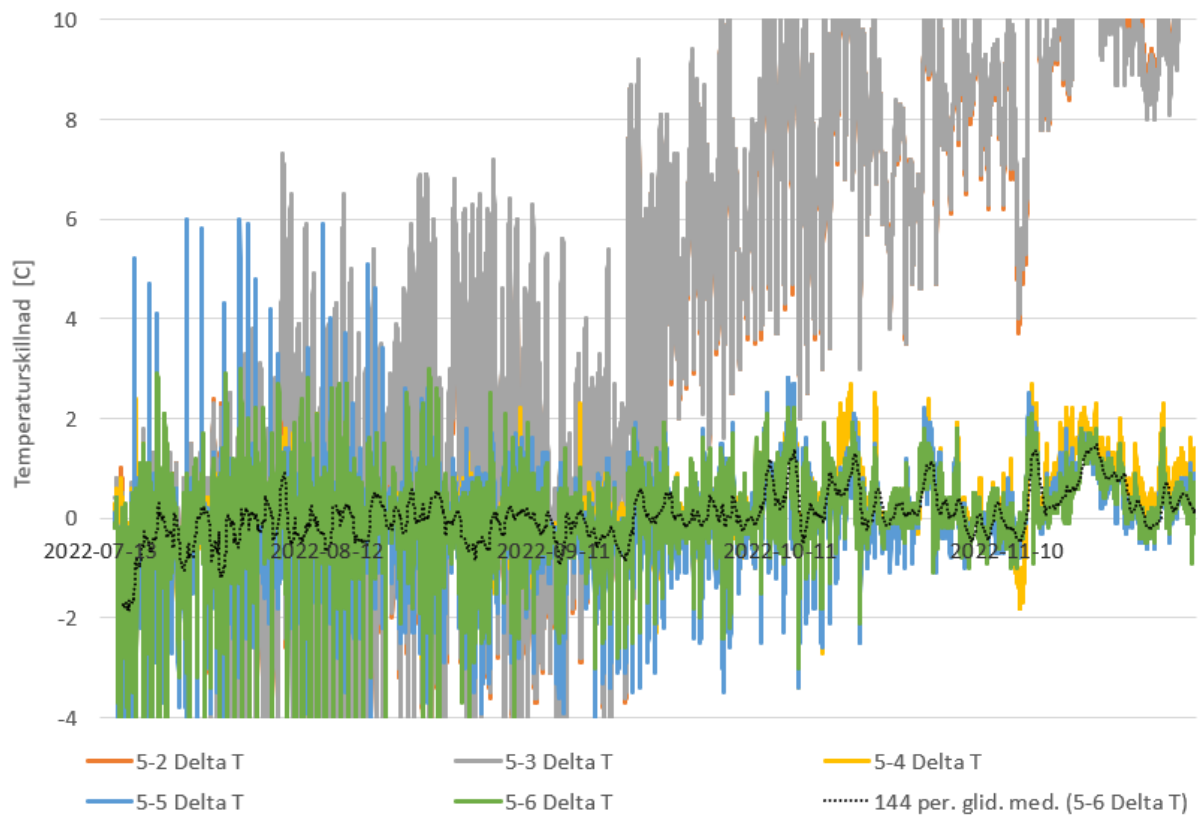
Figur 38 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



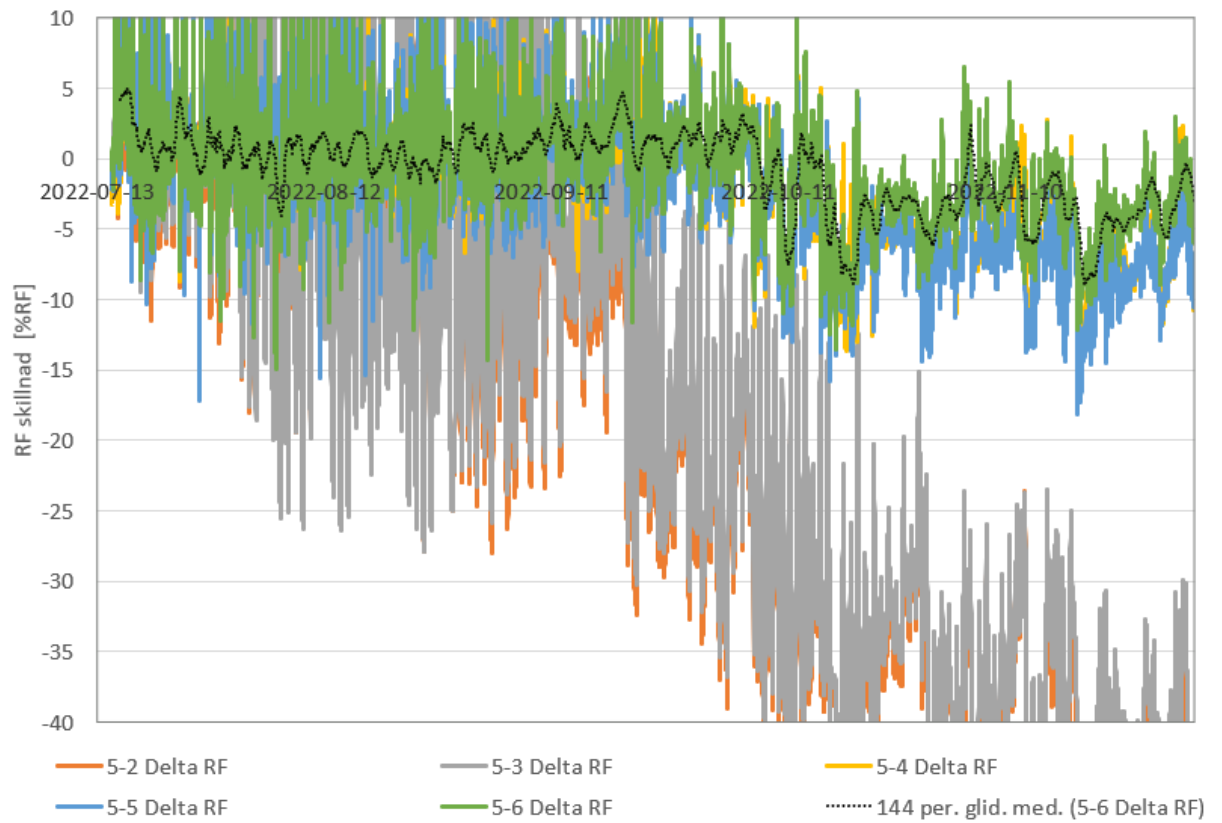
Figur 39 Uppmätt RF för respektive mätplats



Figur 40 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats

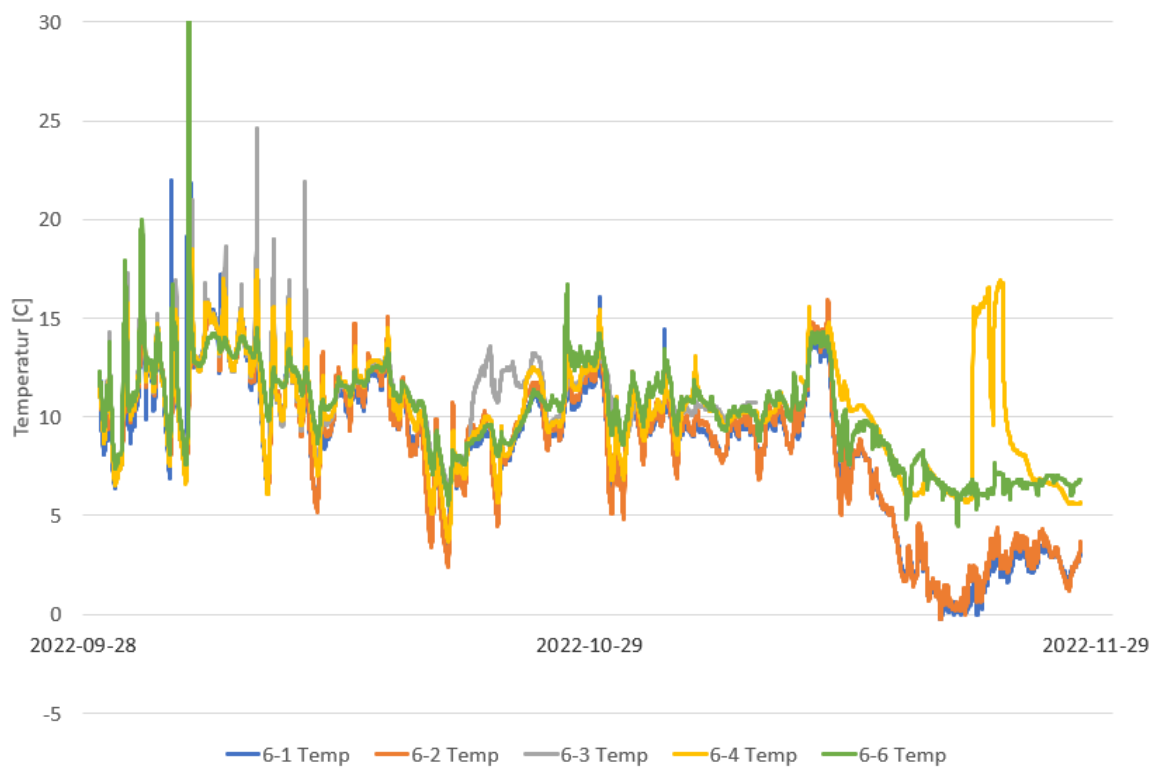


Figur 41 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus

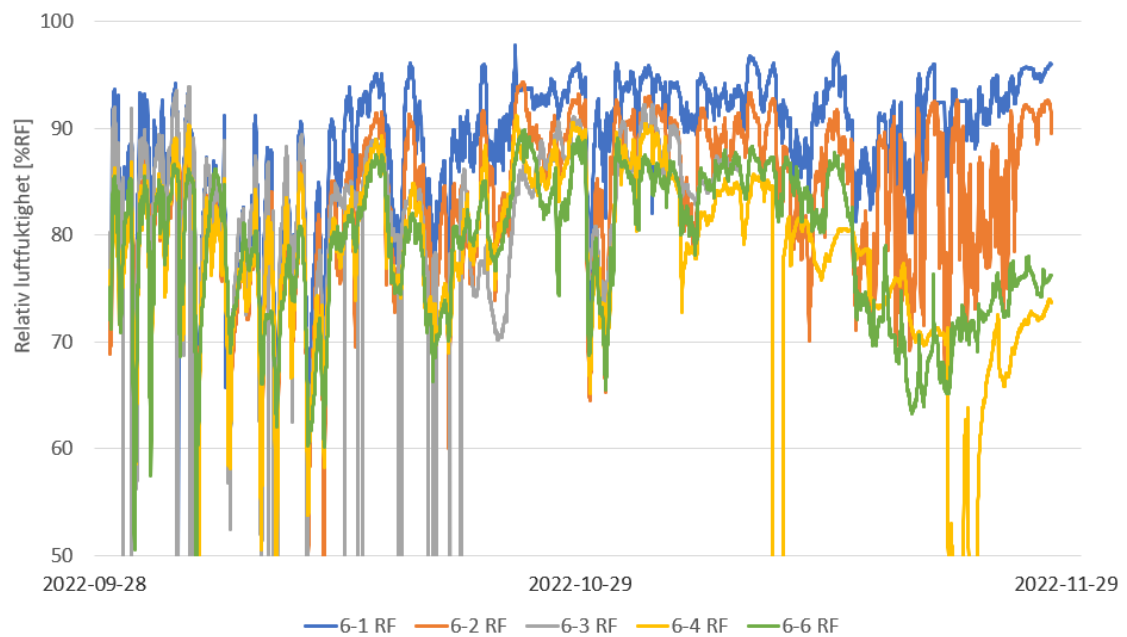


Figur 42 Skillnad i RF för respektive mätplats i väderskyddet förhållande till utomhus

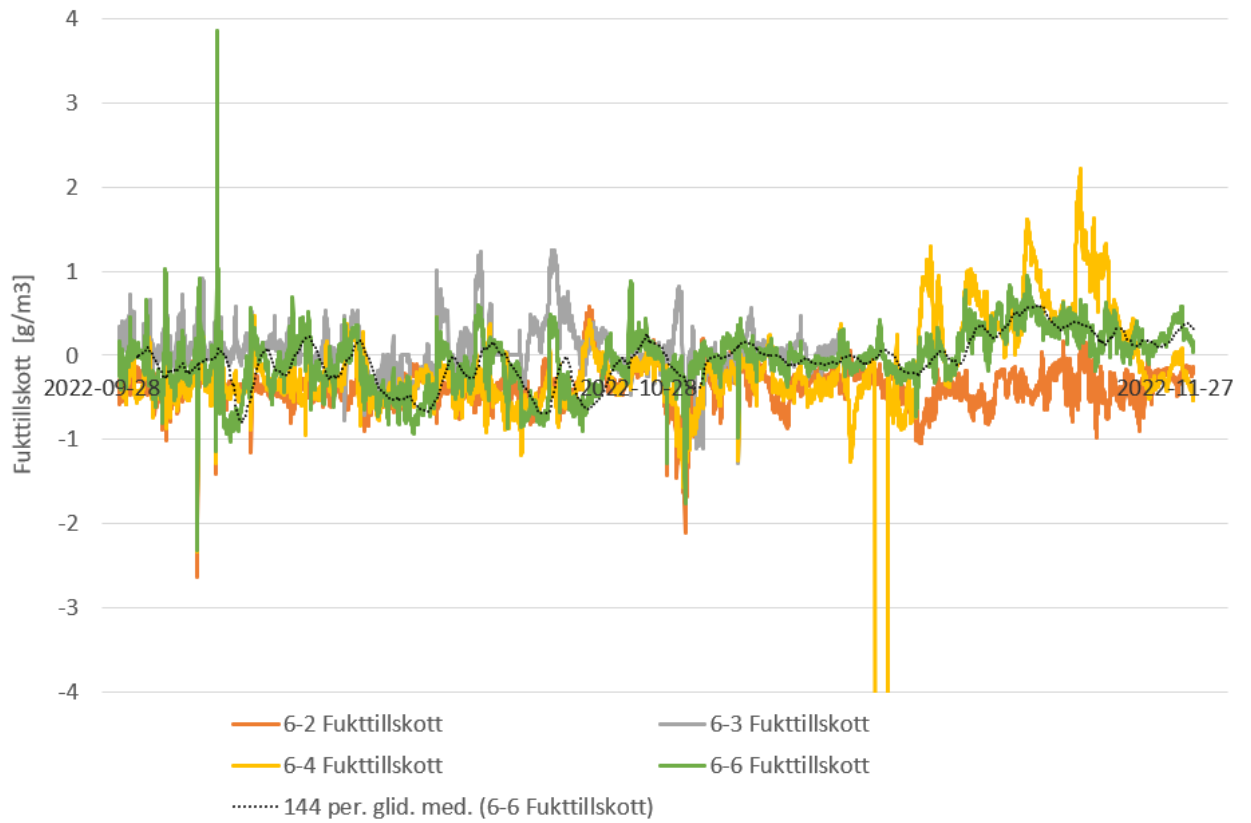
Projekt 6



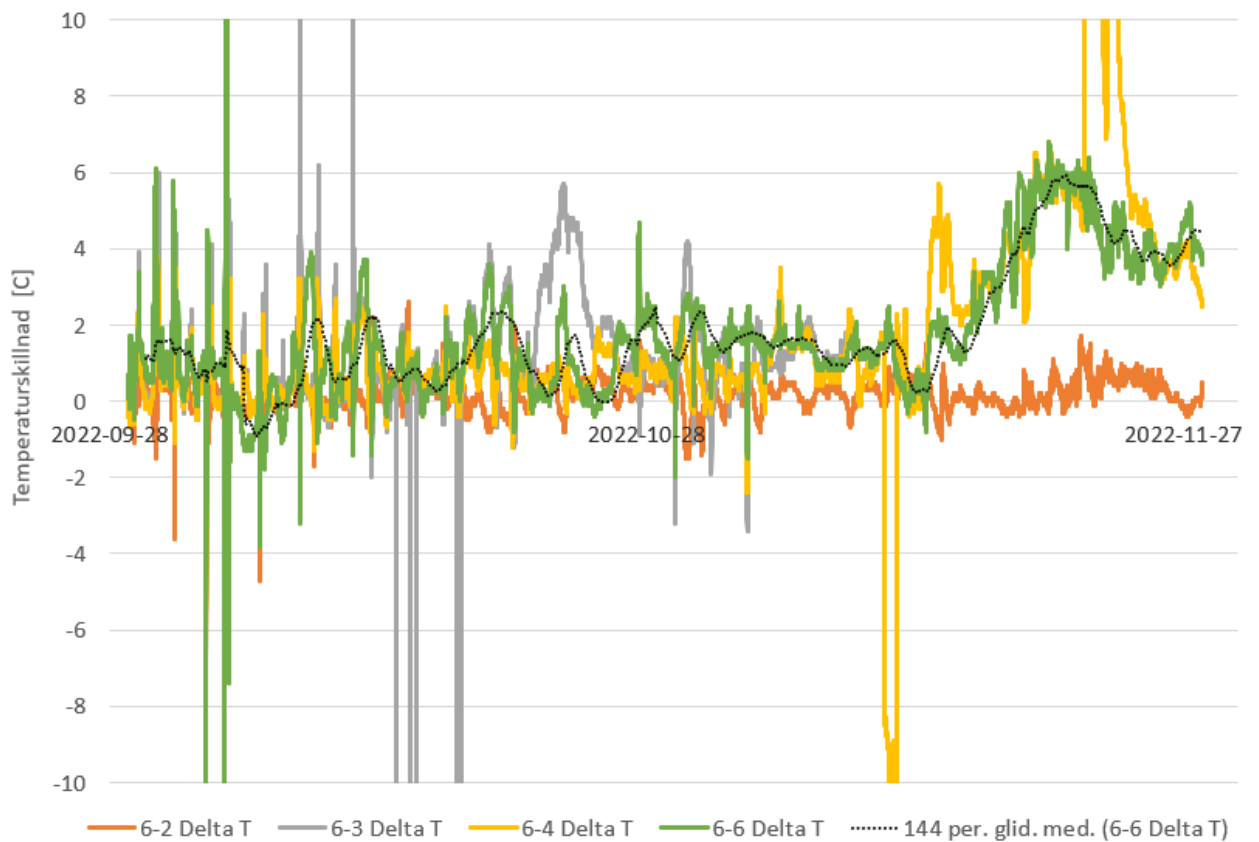
Figur 43 Uppmätt temperatur för respektive mätplats



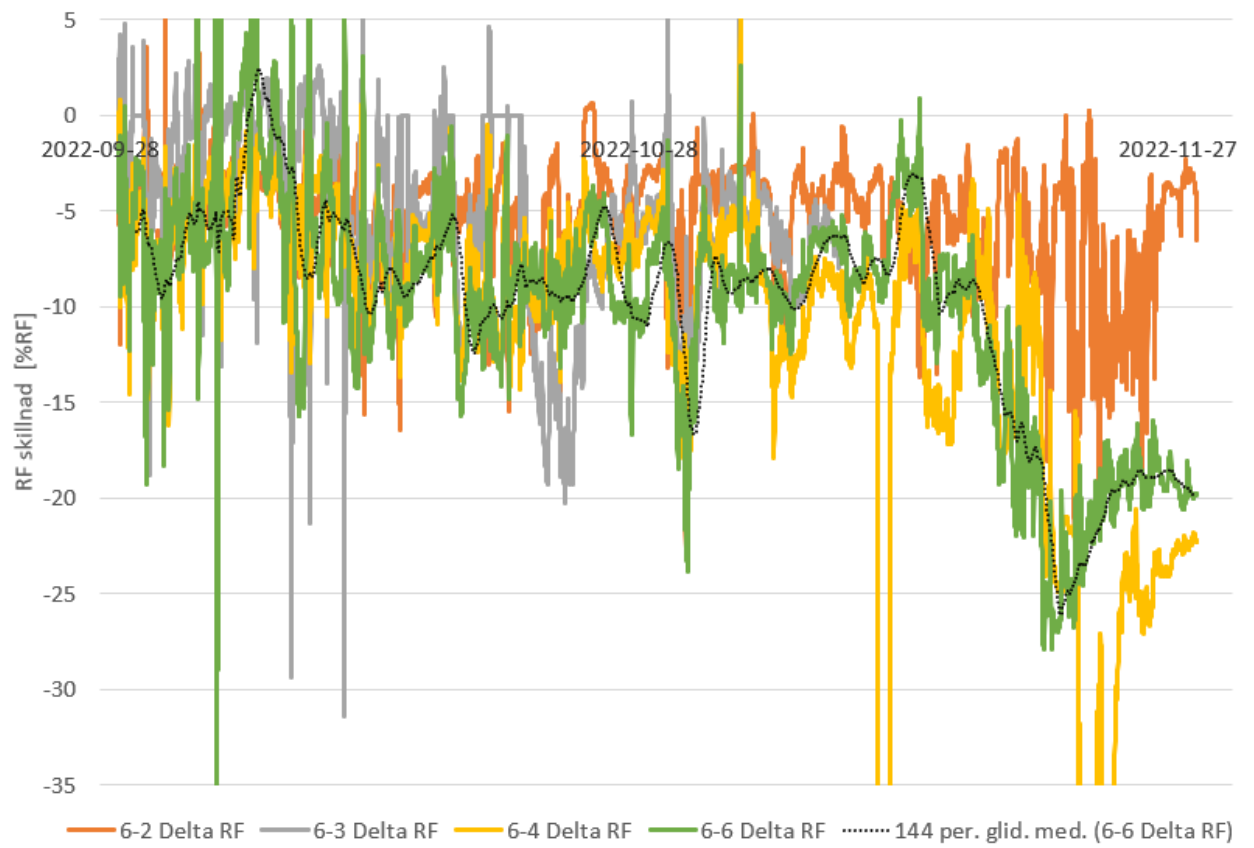
Figur 44 Uppmätt RF för respektive mätplats



Figur 45 Fukttillskott i väderskyddet för respektive mätplats



Figur 46 Temperaturskillnad för respektive mätplats i väderskyddet i förhållande till utomhus



Figur 47 Skillnad i RF för respektive mätplats i väderskyddet förhållande till utomhus

B. Enkät