

Fukthantering i träkonstruktioner under produktionsfasen



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygg- och miljöteknologi / Byggproduktion

Examensarbete:
Amalia Segerkvist

© Copyright Amalia Segerkvist

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2022

Sammanfattning

Detta examensarbete handlar om fukthantering i träkonstruktioner. Det blir vanligare att använda sig av korslimmat trä (KL-trä) i konstruktioner idag och syftet med arbetet är därför att fördjupa sig mer i ämnet och undersöka vilka orosmoment som kan uppstå när man bygger med trä och hur man hindrar att orosmomentet uppstår på ett optimalt sätt. Frågeställningarna som togs fram var:

- Vilka typer/källor av fukt finns?
- Hur skyddar man en byggnad mot fukt på bästa sätt?

Med hjälp av litteraturstudie, intervjustudie och en dokumentationsanalys av referensprojekt undersöktes ämnet. Intervjustudien bygger på respondenternas tidigare erfarenhet av fukthantering i träkonstruktioner.

Dokumentationsanalysen bygger på ett pågående träprojekts fukthantering samt en analys av möjliga kritiska moment med avseende på fukt.

Svaren från de tre studierna har analyserats och slutsatser har dragits utifrån analysen. Studien visar att de slutsatser man kan dra är att nederbörd och luftfuktigheten är källor man bör ta hänsyn till vid träbyggande. Vid byggande i trä är man mest rädd för mikrobiell påväxt som kan orsakas av olika situationer. De vanligaste orsakerna enligt denna studie är stilla stående vatten på horisontella ytor och uppfuktning av ändträ, därför bör man ha detta under uppsyn under hela produktionen. Det bästa sättet att skydda byggnaden för fukt under produktionen är att utföra ett genomtänkt fuktsäkerhetsarbete tidigt i projekteringen. Detta i samband med en effektiv bygglogistik och en kontinuerligt fuktsäkerhetsarbete. Vädskydd väljs ofta bort på grund av den höga kostnaden.

Nyckelord: Träkonstruktioner, KL-trä, Fukt, Vädskydd, Fukthantering

Abstract

This thesis deals with moisture management in wooden structures. In modern society it is currently common to use cross-laminated timber wood (CLT) in constructions. As the new technologies advances every day, moisture management needs to be streamlined. The purpose of the work is to delve deeper into the subject and investigate which concerns can arise when building in wood and how to prevent the concerns from occurring in an optimal way. The aim of this thesis to study is sequent questions:

- What types/sources of moisture can be found?
- How to best protect a building from moisture?

With help from literature study, interview study and documentation analysis of reference projects the subject has been investigated. The interview study is based on the respondent's previous experiences of moisture management in wooden structures. The documentation analysis is grounded on a rolling wood project moisture management and analysis of possible critical elements regarding moisture.

The results of the three studies have been analysed and conclusions have been drawn. The study shows that precipitation and humidity are sources that should be considered when building in wood. During construction in wood are you most afraid of microbial growth. According to this study, the most common causes of moisture damage are stagnant water on horizontal surfaces and dampening of end wood. It is important to have this under supervision during production. The best way to protect the building from moisture during production is to carry out well-organized moisture safety work early in the design process. This in combination with efficient construction logistics and continuous moisture safety work. Comprehensive weather protection is often excluded due the high cost.

Keywords: Wood constructions, CLT, Moisture, Weather protection, Moisture management

Förord

Detta examensarbete utfördes tillsammans med Serneke Sverige AB vårterminen 2022. Examensarbetet är den avslutande delen av högskoleingenjörsutbildningen i byggt teknik – väg och trafik teknik vid Lunds Tekniska Högskola och omfattar 22,5 högskolepoäng.

Stort tack till mina handledare från Serneke, Martin Svensson och Viktor Blomberg för er hjälp under arbetets gång samt informationen ni har bidragit med.

Jag vill även tacka min handledare Stefan Olander från LTH som kommit med mycket givande kommentarer för att förbättra arbetet och tack till min examinator Rikard Sundling.

Till sist vill jag tacka alla respondenter som bidragit med värdefull information till studien.

Helsingborg, maj 2022

Amalia Segerkvist

Innehållsförteckning

1 Introduktion	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte och målsättning	3
1.3 Problemformulering	3
1.4 Avgränsningar	3
2 Metod	4
2.1 Studiens struktur	4
2.2 Teori och empiri	5
2.3 Litteraturstudie	6
2.4 Intervjustudie	7
2.5 Insamling av dokument från referensprojekt	9
2.5.1 Beskrivning av referensprojekt	9
2.6 Validitet, reliabilitet och objektivitet	10
3 Litteraturundersökning	11
3.1 Fukt	11
3.1.1 Mäta fukt	13
3.1.2 Fuktransport	13
3.1.3 Fuktberingande rörelser.....	13
3.2 Fukt i trä	13
3.2.1 Mikrobielltillväxt	14
3.2.2 Regler och råd	15
3.3 Fuktkritiska situationer	16
3.4 Bygga F metoden	16
3.5 Korslimmat-trä – KL trä	17
3.5.1 Egenskaper	18
3.5.2 Fukthantering	19
3.5.3 KL-träbjälklag	19
3.6 Väderskydd	21
3.6.1 Utan väderskydd.....	21
3.7 Kontroll av fuktsäkerhet	22
4 Intervjustudie	24
4.1 Bakgrund	24
4.2 Projekt	24
4.3 Hantering av fuktfrågan	26

4.4 Kritiskt moment i fukthantering under produktionen	26
4.5 Problem med fukt under produktionen	28
4.6 Väderskydd	29
4.7 Andra fukthanteringsmetoder	30
4.8 Arbetstid för fuktsäkerhetsarbete.....	31
4.9 Krav angående fuktsäkerhet och mätning av fuktkvot	32
4.10 Sammanfattning	33
5 Analys av referensprojekt.....	34
5.1 Allmänt om referensprojekt	34
5.2 Fukthantering	35
5.2.1 Fuktsäkerhetsplan upprättat av Serneke.....	37
5.3 Diskussion om fukthanteringsmetoder	38
6 Analys och diskussion	40
6.1 Vilka är de vanligaste fuktkällorna?	40
6.2 Hur skyddar man en byggnad mot fukt på bästa sätt under produktionen?	41
7 Slutsats.....	44
8 Litteraturförteckning.....	45
Bilaga 1	49
Bilaga 2.....	50

KL – Korslimmat

Cellplast – Värmeisoleringsmaterial av plast och luftporer

Diffusion – Ångtransport på grund av ånghaltsskillnad

Fackverk – Konstruktion sammanfogad av stänger

Bjälklag – Horisontellt bärande byggnadsdel som definierar våningsplan eller andra utrymmen

Fuktspärr – Skikt som både är kapillärbrytande skikt samt ångspärr

Ångspärr – Skikt som förhindrar fukttransport i ångfas

Fuktkonvention – Fukttransport beroende på strömmande luft

Kapillärbrytande skikt – Förhindrande skikt för kapillärsugning

Kapillärsugning – Fukttransport i vätskefas

Makadam – Krossad sten med en kornstorlek större än 8 mm

Sockel – Vägghel nära eller strax under markytan

Stomme – Bärande och stabiliserande byggnadsdel

Ändträ – Kortsidan på virke där man ser årsringarna

Hygroskopiskt material – Material som reagerar på omgivande temperatur och luftfuktighet. Materialet anpassar sig för att hamna i jämnvikt med omgivningen.

Kondensation – Gas övergår till flytande form

Sedumtak – Matta av sedumväxter som man låter vara skydd för takets tätskikt

Klimatskal – Delar av byggnaden som gränsar mot den yttre omgivningen.

Hygroskopiskt material – Material kan ta upp vatten från bland annat luften.

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

I Sverige har det dominerande materialvalet för byggnadsstommar alltid varit trä. Detta tack vare den stora tillgången av skog. Trä har dessutom flera bra egenskaper, exempelvis låg densitet, god hållfasthet, det är lättarbetat samt att det har en god värmeisoleringsförmåga (Sandin, 2019)

Trä är ett förnybart material, vilket skapar unika miljöfördelar. Att använda sig av trä som byggnadsmaterial innebär inte bara vinster för miljön, utan även tekniska och ekonomiska fördelar (Svenskt trä, 2020). Korslimmat trä, KL-trä blir alltmer vanligt i Sverige. Detta beror på att materialet både är formstarkt och har en hög bärighet, dessutom bidrar den stora hållfasta KL-träelementen till att byggtiderna förkortas. Det som är avgörande för många till att välja KL-trä är att KL-trä är ett miljösmart val. KL-trä är en förnyelsebar råvara och processen vid tillverkning är energisnål. En byggnad med 60 kubikmeter KL-trä binder ungefär 45 ton koldioxid under dess livstid. 45 ton koldioxid motsvarar utsläpp från en ny bensindriven bil om den kör 184 gånger mellan Ystad och Haparanda (Brandt, 2015).

Problemet som kan uppstå när man använder sig av trä som byggnadsmaterial är att eftersom trä är ett organiskt material finns det risk för angrepp av mikroorganismer. De mikrobiella angrepp som är vanligast och leder till förkortning av träets livslängd är rötsvampar, mögelsvampar samt blånadssvampar, det är därför extra viktigt att man skyddar träkonstruktioner mot fukt (Statens fastighetsverk, 2021). 80% av alla byggskador anses vara fuktrelaterade. Skador orsakade av fukt är väldigt dyra att reparera vilket ibland leder till att man river relativt nyproducerade byggnader eftersom skadorna anses för dyra att reparera (Sandin, 2010).

I Sverige är den genomsnittliga relativa luftfuktigheten hög, speciellt under vinterhalvåret. Den relativa luftfuktigheten kan då vara omkring 80–95%, vilket överstiger de kritiska fukttillståndet för trä enligt boverkets byggregler (Hägerstedt, 2012). Det är därför viktigt att man utför ett fuktsäkert byggande för att undvika fuktskador, eftersom det kan leda till hälsoproblem hos människor samt stora kostnader.

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med detta arbete är att få en större förståelse för byggfukt i träkonstruktioner och jämföra olika fukthanteringsmetoder. En effektiv fukthanteringsmetod bidrar till att arbetstiden fokuseras på att färdigställa byggnad och mindre på fuktsäkerhetsarbete. Det skapar möjlighet till en förkortad byggtid. Målet med examensarbetet är att komma fram till hur man skyddar en träbyggnad mot fukt på lämpligast sätt under produktionen för att undvika fuktskador och genom det kunna effektivisera träbyggande.

1.3 Problemformulering

- Vilka är de vanligaste fuktkällorna?
- Hur skyddar man en byggnad mot fukt på bäst sätt under produktionstiden?

1.4 Avgränsningar

För att inte studien ska bli för bred och stor samt att det ska vara möjligt att slutföra arbetet inom den givna tidsramen har avgränsningar gjorts. Arbetets fokus är därför främst mot fukt i KL – träkonstruktioner.

Fukthanteringsmetoder som jämförs fokuseras på hur man skyddar KL - träkonstruktioner från fuktskador. Inriktningen på arbetet är hur man skyddar byggnaden mot fukt under produktionstiden.

2 Metod

2.1 Studiens struktur

Arbetet har haft följande disposition:

- Val av ämne och företag

Första delen i arbetet bestod av att jämföra olika förslag på val av ämne. Ett förslag var angående träkonstruktion och fukthantering. Det beslutades att arbetet ska utföras med hjälp och stöd från Serneke. Förslaget ansågs lämpligt eftersom entreprenadföretaget Serneke har ett pågående träprojekt med en Limträ/ KL-trästomme som kan nyttjas som referensprojekt i studien. '

- Forskningsfrågor

Olika förslag på forskningsfrågor kring fukthantering i träkonstruktioner togs fram. Frågorna diskuterades tillsammans med handledare från LTH och handledare från Serneke för bästa resultat.

- Val av forskningsmetod

Studien nyttjar sig av en kvalitativ metod som tillämpas i form av en intervjustudie och en dokumentationsanalys av ett referensprojekt. Frågorna till intervjustudien har formulerats i förväg och skiljer sig något beroende på vem som intervjuats. Intervjuerna utföres med hjälp av videosamtal med undantag i en intervju som besvarades med hjälp av mailkontakt. Data till dokumentationanalysen har tillgåtts av handledare från företaget Serneke.

- Insamling av data

Arbetet inleddes med en litteraturstudie. Information samlades in från kurslitteratur samt böcker och forskningsmaterial. Syftet med litteraturstudien är att skapa en grund av kunskap kring ämnet fuktsäkerhet av träkonstruktioner med fokus på KL-trä. Informationen som samlas in är värdefull för det fortsatta arbetet. Efter litteraturstudien färdigställts fortsatte datainsamlingen i form av intervjustudie. Kunskapen från litteraturstudien sätter grund till intervjustudien. Material och data från referensprojekt samlades in för att utföra en analys av data.

- Analys av data

När data samlats in fortsätter arbetet med att analysera all information. En jämförelse med litteraturstudien, intervjustudien och dokumentation av referensprojekt. Syftet med analysen är att hitta likheter och olikheter mellan de olika datainsamlingarna för att kunna besvara frågeställningarna och dra slutsatser.

- Slutsats

Slutsatser som tas fram ska grundas på insamling och analys av data. Det ska finnas goda resonemang till varje slutsats som tas och de ska kunna styrkas med information som tagits fram i examensarbetet.

2.2 Teori och empiri

Empirisk vetenskap grundas på erfarenheter enligt Davidson & Patel (2009), med det menas kunskaper baserade på iakttagelser av verkligheten. Teori beskriver ämnets verklighet och en sammanhängande helhet utifrån existerande information kring studerat ämnesområde. Teori grundas på insamling av data och information av ämnesområdets verklighet. Underlaget för uppbyggnaden av teorin kallas för empiri. (Davidson & Patel, 2009).

Forskare använder sig vanligtvis av tre begrepp för att relatera teori och empiri. De tre begrepp beskrivs kortfattat nedan (Davidson & Patel, 2009).

Deduktivt arbetssätt – Innebär enligt Davidson & Patel (2009) att forskare formulerar en hypotes eller antagande med hänsyn till befintliga fakta och teori gällande ett specifikt ämne. Deduktiv teori representerar enligt Bryman & Bell (2013) den allmännaste tolkningen om hur förhållandet mellan teori och praktik ser ut. Forskarens hypotes trovärdighet prövas sedan med hjälp av tillämpning av det angelägna ämnet för att dra slutsatser om teorin stämmer överens med de studerade ämnet (Davidson & Patel, 2009). Ett deduktivt arbetssätt är enligt Lekvall & Wahlbin (2001) ett lämpligt arbetssätt då den teoretiska studien följs av empiriska data. Bryman och Bell (2013) styrker även förklaringen.

Objektiviteten i ett deduktivt arbetssätt anses enligt Davidson och Patel (2009) stärkas då forskarens hypotes eller förklaringsförsök har som grund utifrån en befintlig fakta eller teori vilket innebär att processen blir i mindre grad influerad av forskarens personliga uppfattningar. Trovärdigheten i ett deduktivt arbetssätt stärks på grund av neutraliteten hos forskaren däremot påverkar den befintliga teorin forskarens chanser att upptäcka intressanta antaganden (Davidson & Patel, 2009). Ytterligare omnämner Yin (2013) att ett deduktivt arbetssätt besparar osäkerhet under forskningen med hjälp av att studien påbörjas med betydelsefulla insikter i stället för att de växer fram under arbetets gång.

Induktion – Data och informationsinsamling, empirin är grunden för att formulera en teori. Ett induktivt arbetssätt beskriver Davidson & Patel (2009)

kan innebära att forskaren inte har kunskap angående teorins räckvidd och generalitet eftersom den baseras på empiriskt underlag som är specifikt för det studerade ämnet (Davidson & Patel, 2009). Bryman & Bell förklarar att en induktiv ansats kan förklaras som en omvänd deduktiv ansats, detta är även något som Yin (2013) hävdar. Patton (2002) förklarar det induktiva arbetssättet att det grundas på att forskaren får fram mönster och teman utifrån den insamlade datan. Det är skillnaden mot det deduktiva arbetssättet där data undersöks från en tidigare befintlig ram (Patton, 2002). Vidare förklarar Bryman & Bell (2013) att i ett induktivt arbetssätt är teorin resultatet av observationer. Detta understryker även Patton (2002), han beskriver att ett induktivt arbetssätt börjar med specifika iakttagelser som sedan utvecklas till allmänna mönster. I ett induktivt arbetssätt kan forskare behöva samla in kompletterande information om en teori är ohållbar. Det induktiva arbetssättet kan definieras som ett kvalitativt arbetssätt medan det deduktiva kan definieras som ett kvantitativt arbetssätt (Bryman & Bell, 2013).

Abduktion – Ett abduktivt arbetssätt förklarar Davidson & Patel (2009) som en kombination av de två arbetssätten induktion och deduktion. Arbetssättet innebär att forskaren utgår från ett enskilt ämne och formulerar en temporär hypotes. Teorin eller hypotesen prövas därefter och kan då omformuleras, utvecklas och kopplas samman med empirin på ett mer allmänt sätt (Davidson & Patel, 2009). Detta styrker även Denzin (2009), han förtydligar att den abduktiva ansatsen kombineras deduktiva och induktiva mönster av framställnings utveckling och teoribildning. Han menar att forskaren registrerar en viss händelse och sedan arbetar bakåt i tiden för att återskapa händelser som gav upphov till fallet (Denzin, 2009).

I ett abduktivt arbetssätt kan forskaren arbeta relativt fritt eftersom den inte är bunden till deduktion eller induktion, däremot kan studien ha negativ verkan av forskarens subjektivitet (Davidson & Patel, 2009).

Studien börjades med ett deduktivt arbetssätt för att skapa en grund med bredare kunskaper från befintlig teori. Därefter gick studien över till ett induktivt arbetssätt när intervjuer och analyser påbörjades. Arbetssättet har växlat mellan deduktivt och induktivt synsätt och studien har därför som Patel och Davidson (2009) framställer det, ett abduktivt synsätt.

2.3 Litteraturstudie

Litteraturstudie medför enligt Olsson & Sörensen (2021) att man samlar in och undersöker information om ett särskilt ämnesområde utifrån tidigare skrivna vetenskapliga artiklar, rapporter eller annan facklitteratur. Informationskällan vid en litteraturstudie kan bedömas på samma sätt som i en intervju och det är

lämpligast att samla in data ur flera olika vetenskapliga artiklar eller andra relevanta vetenskapliga rapporter och inte endast ta information ur ett fåtal källor (Olsson & Sörensen, 2021).

Det är viktigt att vara källkritisk i en litteraturstudie. Trovärdiga källor är vetenskapliga arbeten, dessa arbeten har ett krav på neutralitet. Läroböcker innehåller övergripande information med referenser till pålitliga källor vilket genererar god ingång i arbetet för att bli uppdaterad i aktuellt ämnet. I en litteraturstudie är det viktigt att förstå syftet med litteraturen då exempelvis broschyrer eller Internetkälla i vissa fall kan vara partisk, källor kan ha syfte att ge ut en viss information som döljer annan viktiga data. Det är viktigt att vara källkritisk vid användning av nya källor (Paulsson, 2020). Eftersom det kan påverka litteraturstudien.

Tidigare forskning, kursböcker och tidigare studentuppsatser studerades för att samla in information. De fysiska böckerna har erhållits från Lunds universitetsbibliotek. Resterande information har tagits fram genom sökning på nyckelord i LUBsearch. Litteraturstudien utfördes i uppstarten av arbetet för att kunna nyttja den information och kunskapen i resterande delar av arbetet.

2.4 Intervjustudie

Intervjustudie är en kvalitativ metod med syfte att öka förståelsen och kunskapen för ämnet. Frågorna i intervjuerna kan variera, de två vanliga uppdelningarna är idéinsamling eller faktainsamling. Vid en faktainsamling är frågorna standardiserade där alla intervjuer ser lika ut med överensstämmande frågor. Vid idéinsamling utgår frågorna i stället från ett tema och anpassas under intervjuens gång, dessa frågor är relativt öppna vilket resulterar i fria svarsalternativ (Paulsson, 2020). En kvalitativ forskningsmetod kan beskrivas som en tolkning av människors upplevelser där fokuset är på språk och ord. I en kvantitativ forskningsmetod är fokuset i stället på siffror. Kvantitativa forskningar är objektiva där man studerar mätbara och observerbara händelser medan syftet i kvalitativa forskningar är att observera nya problemställningar och möjligheter samt att gå in mer på djupet och få en tydligare helhetsbild av aktuellt ämne (Davidson & Patel, 2009).

För att inte förlora fakta eller felcitera intervjuerna bör man enligt Paulsson (2020) om det är möjligt spela in intervjuerna och komplettera detta med anteckningar under intervjun. Viktigt är att man fått tillstånd av respondenten att spela in intervjun. I detta arbete har alla intervjuer spelats in och respondenterna blev tillfrågade om tillåtelse för inspelning innan intervjun påbörjades. Intervjuaren ska enligt Bryman & Bell (2007) vara strukturerad,

tydlig och öppen. Det är viktigt att intervjuaren inleder intervjun med att berätta syftet med arbetet samt fråga intervjupersonen om det finns några oklarheter eller önskemål innan intervjun startar (Bryman & Bell, Business Research Methods, 2007).

Studiens huvudsakliga empiri utgörs av intervjuer med 5 respondenter. Det är viktigt är att respondenterna inte upplever frågorna som ledande. Målet med intervjuerna är att få en tydligare bild av hur de olika respondenterna arbetat med fuktfrågan i sina tidigare projekt. Intervjuerna kommer att vara semistrukturerad vilket skapar möjlighet till följdfrågor som Patel & Davidson (2019) uppmuntrar. Val av intervju personer sker utifrån författarens och handledarens kontaktnät.

Kvalitativa undersökningars syfte hävdar Johannessen, Tufte & Christoffersen (2020) är att tillgå mycket information från ett begränsat antal personer. Målet är att få tag på överförbar information och kvalitativa data och inte statistiska allmänna slutsatser. Det är därför viktigt att val av intervju personerna sker strategiskt. Urvalet bör bedömas vara lämpliga för att besvara på frågeställningarna (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2020).

Urvalet av intervju personer utfördes med hänsyn till kunskaper och erfarenheter av tidigare träprojekt med fokus på korslimmat trä. Valet av respondenterna gjordes med hjälp av handledare för kontaktuppgifter samt diskussion av lämpliga intervju personer. Det togs fram fem respondenter varav tre är verksamma inom byggentreprenad och har varit delaktiga i tidigare träprojekt med KL-trästomme. Erfarenheten skiljer sig respondenterna åt samt dess fuktsäkerhetshantering. En respondent är fuktsakkunnig på ett entreprenadföretag inom bygg, och den sista intervju personen är konstruktör hos en KL-träleverantör. Genom att ha respondenter med olika typer av erfarenheter bidrar det till att olika perspektiv och fuktsäkerhetsmetoder lyfts fram som är värdefullt för arbetet.

Efter avslutad intervju påbörjas bearbetning av data. Modellen av bearbetning bestäms efter hur frågorna är besvarade i en intervju. Det första steget i bearbetningsprocessen säger Lantz (2013) är datareduktion. Processen innebär att samla in relevant data från intervjuerna för att utföra en vidare analys på ett systematiskt sätt. I datareduktion väljs information som inte rör frågeställningarna bort och information som anses relevant delas upp i olika grupper för att underlätta förståelsen. Nästa steg är att den information som tagit fram undersöks för att få fram mönster som beskriver respondenternas syn på olika synpunkter (Lantz, 2013).

Intervjuerna transkriberades efter varje slutförd intervju med hjälp av inspelning och anteckningar. Allt som togs upp på intervjun transkriberades och därefter utfördes en bedömning på vad som var av värde att ta med i arbetet för att besvara frågeställningarna. Relevanta delar i intervjun sammanfattades och analyserades med de andra intervjuerna för att se likheter och olikheter i intervjupersonernas svar.

2.5 Insamling av dokument från referensprojekt

Denna del av studien kan definieras som en typ fallstudie. Cohen, Manion & Morrison (2018) beskriver en fallstudie som en kvalitativ forskningsmetod som bygger på meningsskapande av allsidiga, personliga och grundliga tolkningar av mänskliga upplevelser och processer. Enligt Bryman och Bell (2007) är en fallstudie passande för en kvalitativ studie eftersom det skapar en mer ingående bild av problemet i stället för att man utnyttjar ett stort antal företag.

För arbetet samlades olika typer av data in från företaget Serneke. Det är data från företagets fuktsäkerhetsbeskrivning och fuktsäkerhetsplan samt A-ritningar för plan och fasad och K-ritning för stomme i 3D som har samlats in. Dokumenten har inte tillåtelse att spridas vidare och kan därför inte bifogas i arbetet. Datan kommer stället att analyseras för att ta med kunskapen från dokumenten till studien. Det kommer att beskrivas vilka resultat som dragits av datan.

2.5.1 Beskrivning av referensprojekt

Entreprenadföretaget Serneke har ett pågående projekt ”Holmängenskolan”. Detta är en blivande F-6 skola med en stomme helt i trä. Projektet förbereds för att certifieras enligt miljöklassningssystemet miljöbyggnad 3.1 nivå silver. I projektet har det varit viktigt för beställaren att målet med en riktig träbyggnad utan några hybridlösningar uppnås. Byggstarten av detta projekt är i mars 2022 och förväntas vara klar i maj 2024.

Hela plan 2 i projektet kommer att bestå av ett KL-bjälklag. Tre fläktrum med KL-bjälklag i plan 3. Det ska läggas en 30 mm stegljudsisolering på bjälklaget och därefter spacklas 50 mm, på fläktrumsbjälklagen ska det gjutas 150 mm betong. Eftersom det är ett projekt med mycket trä kommer det att uppstå många kritiska situationer där det är viktigt att fukthanteringen är välgenomtänkt. Serneke har tillsammans med fuktsakkunnig, stommentreprenör och beställare haft en dialog kring heltäckande väderskydd och även haft diskussion kring andra möjliga väderskydd.

2.6 Validitet, reliabilitet och objektivitet

Syftet med en kvalitativ forskningsstrategi berättar Paulsson (2020) är att troliggöra och tolka sanningar. Forskningsfrågan kan komma att ändras under arbetets gång i kvalitativa studier, i kvantitativa studier tenderar forskningsfrågan att vara fastställd där forskningsfrågan besvaras med siffror exempelvis genom enkät. Detta arbete är en kvalitativ studie där forskningsfrågorna kommer besvaras med ord och öppna intervjufrågor (Paulsson, 2020).

Reliabilitet står för tillförlitligheten, om man upprepar samma intervju med samma person vid ett senare tillfälle och man inte får samma resultat indikerar detta dålig reliabilitet (Paulsson, 2020). I denna typ av studie kan varierande svar tyda på att respondenten lärt sig nya saker och därför inte har samma svar. Varierande svar behöver inte vara tecken på dålig reliabilitet i denna typ av studie eftersom det är ett område där man lär sig mer varje dag. Enligt Höst, Regnell & Runeson (2006) är urvalet av respondenter viktigt för reliabiliteten samt att vara noggrann i insamlingen av data (Höst, Regnell, & Runeson, 2006).

Paulsson (2020) hävdar att för en hög validitet måste felkällor undvikas. Problematiken med validiteten kan uppstå vid litteraturstudien. Genom triangulering kan låg validitet undvikas. Triangulering innebär att flera datakällor, flera personer eller olika tidpunkter bekräftar informationen (Paulsson, 2020). Det är viktigt att pålitliga källor används för en hög validitet. Enligt Höst, Regnell & Runeson (2006) innebär god validitet undersöka samma typ av fenomen med olika metoder.

Det är viktigt att författarens egna åsikter och värderingar inte påverkar studien enligt Paulsson (2020). Författaren ska vara objektiv, uppgiften är att öka kunskaper om det valda ämnet hos författaren utan att göra en värdering. Ett korrekt informationsutlämnande ska utföras där inget utelämnande av information sker för vinkling eller påverkning av slutsatser (Paulsson, 2020). Målet i detta arbete är att nå en hög reliabilitet, hög validitet samt en hög objektivitet.

3 Litteraturundersökning

Detta kapitel syftar till att ge en grund i ämnet med hjälp av befintlig teori.

3.1 Fukt

Fukt finns alltid i luften men mängden fukt skiftar hela tiden över dygnet och årstiderna (Esping, Salin, & Brander, 2005). En byggnad kan utsättas för fukt i olika former. För att bygga fuktsäkert bör man identifiera varje enskilt fall av möjlig fuktkälla och bedöma risken av denna. De olika fuktkällorna som man bör beakta är följande:

- Nederbörd

Nederbörd kan komma ifrån sidan eller rakt uppifrån i form av regn eller snö som kan läcka in vatten genom otätheter, sprickor och spalter (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017). Det är obestridligt viktigt att alla konstruktioner är täta mot nederbörd. Regn som träffar vertikala ytor exempelvis väggar brukar definieras som slagregn och kan i stora mängder vara besvärliga (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970).

- Luftfukt utomhus

Luft är en gasblandning som innehåller vattenånga, vid given temperatur innehåller luften en maximal mängd vattenånga. Detta kallas för mättnadsvärde. Fukt mäts ofta i relativa fuktighet vilket är kvoten mellan aktuell ånghalt och ånghaltens mättnadsvärde (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970).

Beroende på klimatet och väderförhållanden innehåller utomhusluften olika mängd fukt. Utomhusfukten utgör den fuktmängd som inomhusluften kommer uppbära (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017). Luftens fukthalt brukar mätas i relativ luftfuktighet. I Sverige under juli månad brukar denna vara omkring 70–80% medan den under vinterhalvåret kan den uppgå till 85–95% (SMHI, 2022).

- Luftfukt inomhus

Inomhus är luftfuktigheten oftast högre än vad den är utomhus. Det är skillnad i luftfuktigheten som beror på aktuell fuktproduktion och ventilation i byggnaden. Det är en faktor man bör ta hänsyn till (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017). Inomhus är den relativa fuktigheten högst sommartid och lägst under vintern. Det innebär att fukt lagras in i konstruktionen på sommaren och lagras ur på vintern, påföljden blir att trämaterialen krymper respektive sväller. Inomhus tillförs mycket fukt i form av exempelvis städning, diskning och matlagning, resultatet blir ett fukttillskott på cirka 1–4 gram per kubikmeter. För att minimera mängden fukt och reducera risken för

inträngning i otätheter av fuktigluft kan man öka ventilationen för att undvika risken för fuktproblem (Hagentoft, 2002).

- Markfukt

Fukten i marken kommer från nederbörd och grundvatten som binds i jordmaterial eller spricksystem. Genom kapillär stigning eller ångfas kan grundvatten komma i kontakt med husgrunden även vid låg grundvattennivå (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

- Byggfukt

Byggfukt tillkommer i materialet vid tillverkning, lagring, leverans samt under byggnadstiden (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970). Överflöd av fukt som samlas i byggnadsmaterialet och som sedan avges och förångas efter att materialet byggts in i byggnaden definieras som byggfukt. (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017). När materialet inte skyddas mot nederbörd under lagring ökar fuktinnehållet och många material har ett högre fuktinnehåll än vad som motsvarar det hygroskopiska fuktinnehållet (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970). Allt material innehåller en viss mängd fukt vid fuktjämnvikt. Differensen mellan fukthalten omedelbart efter att byggnadsdelen är färdigställd och den fukthalt som motsvarar jämnvikt med omgivningen kallas för byggfukt. När omgivningen består av en fuktig miljö blir byggfukthalten mindre eftersom fukthalten vid jämnvikt blir högre (Sandin, 2010). Säkerställning av att byggfukten kan torka ut utan att ge upphov till fuktskador måste utföras.

- Limfukt

Vid limning tillförs det extra vatten till konstruktionen. Detta ska hanteras på samma sätt som med byggfukt (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

- Läckage

De allvarligaste fuktskadorna orsakas genom läckage på olika ställen i en byggnad. De vanligaste är att det blir läckage från rörledningar eller i vattentätande skikt (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970). I fuktsäkerhetsprojekteringen bör man ta hänsyn till läckage. Det kan även uppstå läckage igenom fasaden på byggnaden trots att man har ett regnskydd (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

- Vattenspolning

Ett beständigt vattentätt skikt är viktigt i konstruktioner som ska utsättas för vattenspolning (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

- Städmetoder

Fukt kan tillföras i form av olika städmetoder, exempelvis vid våttorkning av golv (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

3.1.1 Mäta fukt

Fukt kan mätas med hjälp av olika metoder, vid mätning av ånghalten är begreppet relativ fuktighet vanligt. Relativa luftfuktigheten RF, redogör för kvoten av den verkliga ånghalten och ånghalten vid mättnad vid en viss temperatur. Den relativa fuktigheten är därmed beroende av temperatur, högre temperatur innebär högre mätnadsånghalt. Vid oförändrad mängd vattenånga i luften och lägre temperatur sjunker den relativa fuktigheten. Andra storheter som är relevanta för fuktmätning är fuktkvot, fukthalt och kapillär mätnadsgrad. Med fuktkvot menas den mängd vatten som finns i förhållande till mängd torrt material i kg, fuktkvot anges ofta i viktprocent, vid multiplikation av fuktkvot och materialets densitet får man fram fukthalten. Fukthalten innebär därmed mängden vatten per volymenhet (kg/m^3). Den kapillära mätnadsgraden anger hur mycket vatten ett prov inrymmer i förhållande till vad provet maximalt kan absorbera kapillärt (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

3.1.2 Fukttransport

Fukt transporteras i ett material beroende på olika transportmekanismer. Det vanligaste är att fukt transporteras som ånga eller vätska, transport i form av is genom material är även möjligt. Egenskaper som har betydelse för fuktighetens transport är temperatur och fuktfördelning i materialet samt omgivningens tryck, fuktighet och temperatur. (Adamson, Ahlgren, Bergström, & Nevander, 1970).

3.1.3 Fuktbetingande rörelser

Fuktbetingade rörelser i material kännetecknas av krympning respektive svällning. I hygroskopiska byggnadsmaterial växlar vanligtvis de fuktbetingade rörelserna linjärt med fukttinnehållet. Fuktkvotens, fukttinnehållet och fukthaltens förhållande ges av ett materials sorptionsisoterm. Eftersom materials sorptionsisoterm är känd kan de fuktbetingade rörelserna uppskattas (Nilsson, 2004).

3.2 Fukt i trä

Alla träslag är uppbyggda av cellulosa, hemicellulosa och lignin. Molekylerna har en förmåga att kunna binda vattenmolekyler genom vätebindningar. Jämfört med andra byggnadsmaterial har trä ett mycket stort fukttinnehåll även vid normala relativa fuktigheter (Burström, 2006).

Trä tar upp fukt från omgivningen under fuktiga perioder samt avger fukt under torra perioder eftersom det är ett hygroskopiskt material. Fukten som lagras i trä finns främst i form av fritt vatten i cellernas hålrum eller i form av vatten som är bundet i cellväggarna. När träet torkar lämnar först det mesta av det fria vattnet i fibrernas cellhåligheter och efter det avges vattnet i cellväggarna. När vattnet i cellväggarna börjar avgå, krymper träet. Trä krymper i olika riktningar, främst längs med årsringarna. Vid okontrollerad krympning av virket riskerar man att det kan uppstå torksprickor och deformationer (Svenskt Trä, u.d.).

Fuktkvot i % beräknas enligt ekvationen nedan. (Svenskt Trä, u.d.).

$$\frac{(\text{Vikt före-vikt efter})}{(\text{Vikt efter})} \times 100 = \text{fuktkvot i \%}$$

Trä och träbaserade material påverkas väldigt snabbt av fuktigheten i luften. Hög temperatur innebär att torkningen och uppfuktningen går snabbare om fuktransporten inte stoppas upp av orörlig luft eller fukttätt material. Det tar ofta mycket längre tid att torka trä som blivit utsatt för fritt vatten än vad det tog att fukta upp materialet. Trä har många egenskaper som är beroende av fuktkvoten. Det är därför viktigt att fuktkvoten är i jämvikt med årsmedelluftfuktigheten för byggnaden (Esping, Salin, & Brander, 2005).

3.2.1 Mikrobielltillväxt

Mögel och röta är de vanligaste fuktbesvären i träbaserade produkter. När man använder trä som byggnadsmaterial bör RF vara mindre än 70% för att säkerhetsställa god marginal att undvika mögel och röta, se *tabell 3.2* (Sandin, Praktisk byggnadsfysik, 2010). Det har utförts studier av mögelpåväxt på trä vid flera olika fuktnivåer och ingen av studierna har visat påväxt vid RF under 75% (Johansson, 2021). De faktorer som ökar risk för mögelangrepp är kombinationen av RF, hög temperatur och en längre varaktighet, det vill säga hur lång period RF och temperatur gör mögelpåväxt trolig. En hög RF ökar risken för påväxt, men om temperaturen är låg minskas risken och möjliggör att en högre RF kan godkännas. Påväxtrisen beror dessutom på under hur lång tid RF_{krit} överskrids. RF_{krit} innebär det kritiska gränsvärdet för RF, RF_{krit} varierar beroende på material. När varaktigheten är kort hinner inte mögelsporer gro trots hög RF. Korta perioder med RF över RF_{krit} behöver därmed inte leda till påväxt av mögelangrepp (Hägerstedt, 2012). Om gynnsamma villkor stoppas kan tillväxten avbrytas (Johansson, 2021). En ytterligare sak att beakta är att nedsmutsat trä lättare får mögelpåväxt eftersom smuts ofta innehåller näring (Esping, Salin, & Brander, 2005). Mögelsvampar orsakar ingen nedbrytning av vedcellerna, det kan däremot medföra allergier. Rötsvampar bryter ned vedcellerna och försämrar hållfastheten och

beständigheten. Allvarliga rötangrepp kan orsaka att hållfastheten försvinner (Sandin, 2010).

Det är viktigt att ta hänsyn till att vissa mögelsvampar producerar mörka pigment när de växer på material som orsakar missfärgningar på ytorna. I vissa fall kan samma art inte orsaka missfärgningar på grund av andra miljöförhållande och näringsämnen i substratet. Det finns risk för att mögel påverkar miljön och människors hälsa oavsett om påväxten är synlig eller ej (Johansson, 2021).

Tabell 3.1 Riskvärden för mögel och röta.

	Ingen risk	Liten risk	Hög risk
Röta			
<i>Fuktkvot (vikts-%)</i>	<16	16–25	>25
<i>RF (%)</i>	<75	75–95	>95
Mögel			
<i>Fuktkvot (vikts-%)</i>	<15	15–20	>20
<i>RF (%)</i>	<70	70–85	>85

3.2.2 Regler och råd

Boverkets byggregler BBR06 har till syfte att ge föreskrifter och råd. I kapitel 6.5 ges föreskrifter och råd som beträffar fukt, till exempel:

”Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, elak lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa”. Fuktsäkerhetsprojektering bör bekräftas i projekteringskedet.

Boverket presenterar råd för hantering av fuktsäkerhet under byggtiden, exempel på råd från boverket är:

- Byggnadsmaterial, byggprodukter och byggnader bör skyddas mot fukt och smuts
- Kontroll av att material inte har skadats av fukt bör utföras med hjälp av besiktningar, mätningar alternativt analyser som dokumenteras
- Dokumentation av byggnadsdelar och byggnadsdetaljer som kan ha betydelse för framtida fuktsäkerhet

(6.52 *Högsta tillåtna fukttillstånd*) beskriver att man ska utgå från det kritiska fukttillståndet hos materialet (RF_{krit}) samt osäkerheten i beräkningsmodell, ingångsparametrar eller mätningmetoder. Det kritiska fukttillståndet ska vara ”väl undersökt och dokumenterat”. Finns det ingen uppgift om materialet ska $RF_{krit} = 75\%$ användas.

Avsnitt 6.53 *fuktsäkerhet* innehåller förskrift angående att material aldrig får vara fuktigare än det högsta tillåtna fukttillståndet. I fuktsäkerhetsprojekteringen ska man därför visa att materialen inte kommer att få högre fukttillstånd än det högsta tillåtna i projekteringskedet (Boverket, 2006).

3.3 Fuktkritiska situationer

När man arbetar med materialet trä finns det vissa kritiska moment, torkningsprocessen är ett sådant moment. Det är viktigt att torkningsprocessen sker korrekt för att minska risken att mögelpåväxt uppstår. För att veta att torkningen sker korrekt kan man utnyttja sig av en målfuktskvot. Målfuktskvoterna finns i *tabell 3.2* (Nilsson, Kunskapsläge och råd kring fuktsäker projektering och tillämpning av fuktkrav i BBR för träkonstruktioner, 2009). Om det har uppstått mögelskador bör man sanera dessa innan man påbörjar uttorkning av fukt. Byggfukt torkas ut med avfuktare på bästa sätt. Byggtork medför en risk att den varma fuktiga luften kondenserar på kalla ytor. Byggtorken är däremot effektiv att använda i andra fall när man vill öka luftens temperatur för att ta upp fukt (Esping, Salin, & Brander, 2005).

Tabell 3.2. Målfuktskvoter enligt svensk standard, samt vilka variationer som accepteras.

Målfuktskvot MC (vikt-%)	Tillåten variation (vikt-%)		MC _{övre} (vikt-%)	RF (%) vid +20°C
12	-1,5	1,5	15,6	65–70
15	-2,0	1,5	19,5	80
18	-2,5	2,0	23,4	90

Vid temperaturskillnader mellan virkesytor och luft uppstår det kritiska förhållanden, exempelvis vid snabba variationer i väder. Exponering för regn är en kritisk situation då regn ger RF=100%. Det är viktigt att virkesytorna är fria så att de snabbt kommer i kontakt med torr luft efter regn, på det sättet kan RF sjunka på ytorna inom ett dygn. Man bör prioritera att skydda virket i klimatskalet från fritt vatten vid transport, lagring samt under byggskedet. När man bygger en sluten byggnadsdel är det viktigt att ingen virkesdel har en fuktskvot över den kritiska luftfuktigheten RF (T) (Nilsson, Kunskapsläge och råd kring fuktsäker projektering och tillämpning av fuktkrav i BBR för träkonstruktioner, 2009).

3.4 Bygga F metoden

För att säkerhetsställa fuktsäkerhet genom hela byggprocessen från planläggning till förvaltning kan ByggaF (bygga fuktsäkert) användas. Bygga

F är en metod som garanterar, sammanställer och delger fuktsäkerhet. Syftet med metoden är att fuktfrågor ska lyftas fram tidigt i projektet för att dokumentera de processer och åtgärder som krävs för en fuktsäker byggnad. Metoden är uppdelad kring alla olika aktörers roller, se *tabell 3.3* (Arfvidsson, Harderup, & Samuelson, 2017).

Tabell 3.3 ByggaF metoden.

	Planering	Projektering	Produktion	Förvaltning
Byggherre	Ställa fuktsäkerhet skrav samt besluta om hur dessa krav ska följas upp	Fuktsäkerhetsbeskrivning		
Projektör		Fuktsäkerhetsprojektering	Fuktsäkerhetsbeskrivning kompletterad	
Entreprenör/ Leverantör			Fuktsäkerhetsplan, fuktsäkra byggmetoder, fuktmätning, fuktronder	Fuktsäkerhetsdokumentation
Förvaltare				Fuktsäker förvaltning

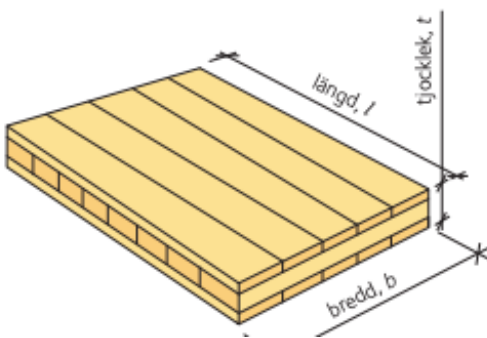
3.5 Korslimmat-trä – KL trä

KL-trä är korslimmat trä som består av minst tre skikt hoplimmade brädor eller plankor av barrträ eller lövträ, vartannat skikt ligger i 90 graders riktning i förhållande till det närliggande skiktet. KL-skivor har möjligheten att limmas och bearbetas till in princip vilken form och storlek som helst. *Figur 3.1* visar ett element av KL-trä (Gustavsson, 2017).

Nedan följer steg i tillverkningsprocessen av KL-trä.

- Det utförs fukthalts mätningar samt kvalitetskontroller på det hållfasthetssorterade virket och torkning av virket till en lämplig fuktkvot (Borgström & Fröbel, 2017).

- Trälammellerna sorteras i grupper beroende på funktion. De utvändiga lagren består av de mest estetiska lamellerna medan de mer strukturella placeras där KL-konstruktionen påverkas för högsta spänning. Justering av längden utförs med fingerskarvning och hyvlas därefter på flatsidan för att förberedas inför limning (Borgström & Fröbel, 2017).
- Limning sker på lamellernas plana sidor. Lamellerna fästes vinkelrätt mot angränsande lager och pressas samman antingen med vakuumpressning eller hydraul pressning (Borgström & Fröbel, 2017).
- Därefter påbörjas efterbearbetning av KL-träskivorna i CNC-maskin (Computer Numerical Control). Det kan innebära bland annat sågning av kanter eller borrar av hål för fönster och dörrar. Putsning av de synliga delarna utförs samt kontroll av elementen före de slutpaketeras och förvaras eller förflyttas till byggarbetsplats. (Borgström & Fröbel, 2017)



Figur 3.1 Element av KL-trä (Gustavsson, 2017).

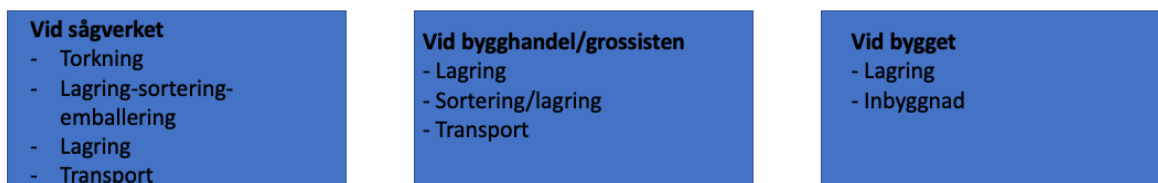
KL-trä har en utmärkt hållfasthet och styvhetsgenskaper som gör att materialet kan konkurrera med de mer traditionella stommaterialen i stora byggnader. Fuktkvoten på KL-skivor bör vara mellan 8–14% (Gustavsson, 2017).

3.5.1 Egenskaper

KL-trä sväller när fuktkvoten ökar och krymper när den minskar. Jämfört med vanligt massivt trä sväller och krymper korslimmat trä mindre i vinkel mot fiberriktningen på grund av den korslimmade uppbyggnaden. Fuktkvoten i KL-trä anpassar sig till omgivningens relativa fuktighet RF . Vid en varm och torr insida av byggnaden och en kall och fuktig utsida har oisolerade KL-träplattor och isolerade hålbjälklag av KL-trä en tendens att svälla på utsidan och krympa på insidan. Detta resulterar i en välvd form vilket man bör ta hänsyn till i projekteringen, åtgärder kan då vidtas för att motverka problemet (Gustavsson, 2017).

3.5.2 Fukthantering

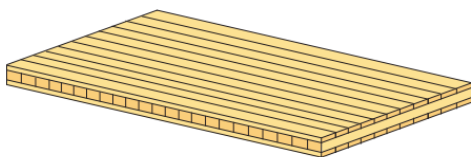
KL-träelement levereras ofta med en fuktkvot på 12%, det är en godkänd målfuktskvot och dessa element kan byggas in direkt. Det optimala är att bygga in materialet direkt, det sparar tid och pengar. Finns det möjlighet att bygga taket först är det optimalt eftersom taket skyddar underliggande våningar. Det är viktigt att kontrollera att fritt vatten eller snöslask inte blir stående på vågräta ytor. Anslutningar, elementskarvar och ändträ måste vara fuktskyddade, vatten måste kunna ta sig ut snabbt, trä som blivit fuktigt måste kunna torka snabbt (Alsmarker & Werner, 2021). Om emballage med material blivit skadat och regnvatten runnit in måste emballaget snabbt tas upp för att träet ska torka (Esping, Salin, & Brander, 2005). Det är viktigt att kontinuerliga fuktkontroller utförs under hela produktionstiden, figur 3.2 visar exempel på det. KL-träelementen ska inte bli utsatta för solstrålning, smuts, nederbörd och markfukt. Det är därför viktigt att mellanlagringen blir så kort som möjligt. God planering av leveranser och produktionstakt är därför viktigt. Bra underlag för lagring kan exempelvis vara asfalt eller grov makadam (Alsmarker & Werner, 2021). För att materialet ska skyddas för markfukt bör det lagras på minst 15 cm höga underlag (Esping, Salin, & Brander, 2005). Täckning av materialet bör utföras på ett sätt så som leder till lägre temperaturer eftersom för höga värmestånd kan orsaka kondens. Det är även viktigt att luft inte kan komma in vid lagring. Ett ytterligare viktigt moment är att ytfuktkvoten inte överstiger 18% när man bygger in materialet (Alsmarker & Werner, 2021).



Figur 3.2 Exempel på när man bör utföra fuktkontroller

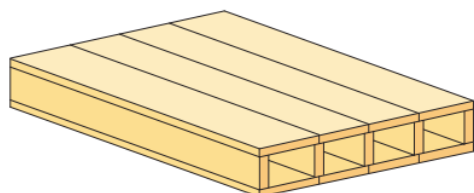
3.5.3 KL-träbjälklag

Bjälklaget är en platta som tar hand om vertikala laster. Plattan ska föra vidare nyttig last och egentyngd till upplagen. Den vanligaste och enklaste formen av bjälklag är ett plattbjälklag av KL-trä, se figur 3.3. KL-plattan tar upp all last och delar upp den till underliggande konstruktion (Gustavsson, 2017).

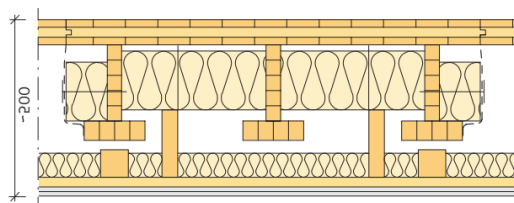


Figur 3.3 Plattbjälklag KL-trä (Gustavsson, 2017).

En annan typ av bjälklag är kassett- och hålbjälklag av KL-trä. För att konstruktionen ska klara av större belastningar och spännvidder kan man förslagsvis limma limträbalkar på KL-träplattans undersida eller översida. Hålrummen i bjälklaget kan fyllas med isolering, se *figur 3.4*. Ett hålbjälklag av KL-trä består av en över och underliggande platta som sammanfogas med hjälp av livbalkar som bildar hålrum.

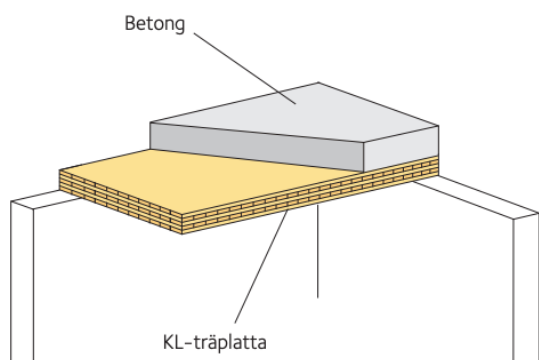


Figur 3.4 Hålbjälklag av KL-trä (Gustavsson, 2017).



Figur 3.5 Kassettbjälklag (Gustavsson, 2017).

Samverkansbjälklag är ytterligare en typ av bjälklag, bestående av två delar, en KL-platta på nedre delen och en pågjuten betongplatta på yttersta skiktet. Bjälklag är väldigt effektivt eftersom man nyttjar materialens egenskaper på ett optimalt sätt, med träets goda draghållfasthet i kombination med betongens tryckhållfasthetsförmåga (Gustavsson, 2017).



Figur 3.6 Exempel på samverkansbjälklag med KL-trä och betong (Gustavsson, 2017).

Det är viktigt att kontrollera att ytorna på bjälklagen hålls rena från träspån, skräp och annan smuts. Snöslask och regnvatten på bjälklaget kräver borttagande direkt. Temporära uppsamlingsbrunnar är ett effektivt sätt att leda bort vatten, alternativt skrapa bort vatten med en gummiraka. Vid håltagning är det viktigt att ändträet skyddas. Självhäftande diffusionsöppna membran är ett heltäckande fuktskydd för hela bjälklagsytan (Alsmarker & Werner, 2021).

3.6 Vädskydd

Ett vädskydd består alltid av ett tak och ibland väggar. Syftet med vädskydd är att skydda arbetstagare och byggnader från påverkan av väder (Gustavsson, 2017). Vädskyddet behöver vara robust och säkert för att man ska kunna bygga på ett tryggt och fuktsäkert sätt. Taket behöver enkelt kunna flyttas av för att underlätta transporter (Jonsson & Persson, 2021) .

De finns olika typer av system för vädskydd, detta kan exempelvis vara följande:

- Vädskydd på fasadställning

En fastspänd plastduk på utsidan av en fasadställning som förankras till byggnadens stomme (Gustavsson, 2017).

- Fasta eller rullbara takvädskydd

De fasta takvädskydden består ofta av fackverksbalkar i aluminium som stabiliseras med mellanliggande stag. PVC-duk används för att täcka fackverken. Det rullbara vädskyddet liknar det fasta, skillnaden är att det är rullbart med hjälp av hjul som löper på skenor eller räls. Det är enkelt att lyfta in material i detta vädskydd eftersom det är öppningsbart (Gustavsson, 2017).

- Klättrande vädskydd

En mastkonstruktion där vädskyddet följer upp med bygget varje våning. Detta vädskydd kan ersätta en kran genom att man kompletterar vädskyddet med hängande arbetsplattformar och invändiga traverser där man kan transportera material från gaveln (Gustavsson, 2017).

3.6.1 Utan vädskydd

Att bygga fuktsäkert utan vädskydd kräver ett temporärt regnskydd av presenningar eller liknande för att skydda KL-trärestommen. KL-träet bör inte ha beklädnad och det måste vara lätt att utföra uttorkning av stommen. Det krävs en god avvattning, skydd av ändträ och en bra metod för uttorkning av fuktiga ytor. Bjälklag och väggar bör monteras snabbt och samtidigt vara täckta av dukar och presenningar. Det optimala är att utföra montering av bjälklag innan arbetsdagens slut eftersom man vill ha enkla täckbara ytor. Extra viktigt att KL-skivors kanter skyddas då ändträ inte får exponeras för fukt (Gustavsson, 2017). Det är viktigt att alla skarvar och hål är täckta samt att man kan leda bort vatten på ett effektivt sätt (Karnehed, 2017). Anslutningar medför limiterade uttorkningsmöjligheter för bjälklaget då det läcker in lätt i skarvarna mellan byggdelarna (Esping, Salin, & Brander, 2005). Det är viktigt att alla anslutningar tejpas och täcks. En bitumenkappa vid

sockeln bidrar till minskad risk att fukt tränger sig in från marken, det är viktigt med sekundärtätning vid alla öppningar samt att ha någon form av stormskydd för regn och luftläckage. Sockeln på betongen borde vara förhöjd med en höjd på minst 100 mm. När man bygger utan väderskydd är det viktigt man har ett högt tempo i monteringen samt är det betydande att undvika instängda ytor och isolering där KL-trä inte kan inspekteras (Karnehed, 2017).

I en undersökning visade det att tidsbesparingen blir ungefär 10% när man valde bort väderskydd och att i stället arbeta med ett snabbt stommontage för att tidigt få tak och skapa en torr arbetsplats (Jonsson & Persson, 2021).

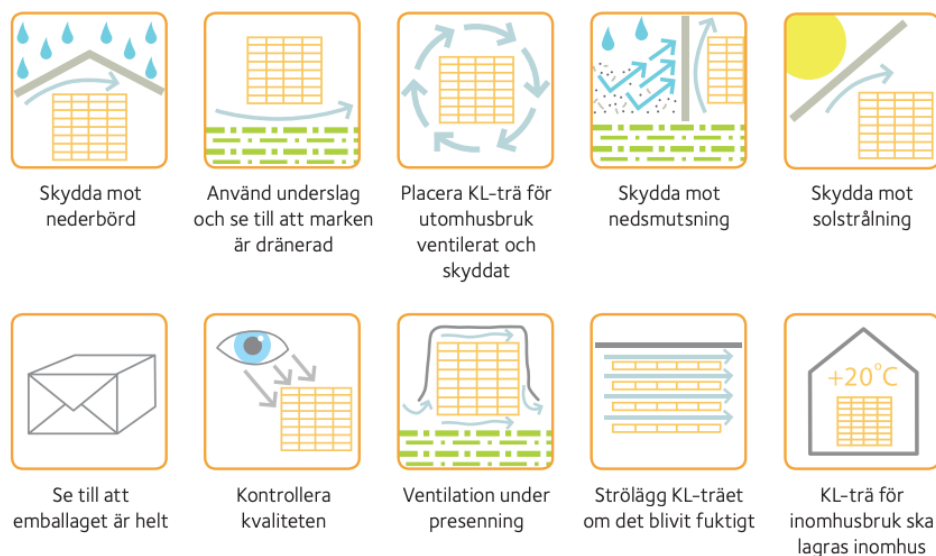
3.7 Kontroll av fuktsäkerhet

Kontroller kring fuktsäkerheten under byggskedet är viktigt, man måste säkerhetsställa att fuktsäkerhetskraven är uppfyllda. Innan inbyggnad av fuktkänsliga material och produkter ska man utföra en kontroll i form av mätning och besiktning. Fukttillståndet ska inte överskrida det högsta tillåtna tillståndet. Exempel på vad dessa kontroller kan innebära:

- Kontrollmätning av fukttillstånd
- Kontroll av fuktskador på materialet
- Bedömning av om fortsatt uttorkning ser bra ut (Boverket, 2022)

Kontroller under produktionen bör innehålla inspektion att uttorkning av byggfukt fungerar. Uttorkning av byggfukt måste utföras så tidigt som möjligt. För en god fuktsäkerhet är det viktigt att det finns skydd mot nederbörd både under byggtiden och efter, låter man byggnaden stå helt öppen under byggtiden kan konsekvenserna bli förödande. Skydd mot ytvatten är viktigt eftersom allt rinnande vatten måste ledas bort från byggnaden. Skydd mot uppstigande markfukt behövs för att förhindra att kapillärt bundet vatten sugas upp i byggnaden, detta kan undvikas med hjälp av användning av cellplast mellan mark och byggnad. Skydd mot skadlig ångtransport, detta kan exempelvis vara en ångspärr. Ångspärr skyddar mot att fuktig inomhusluft inte tränger sig in i klimatskalet eftersom inträngning av fuktig luft medför höga fukttillstånd som i värsta fall kan leda till kondensation (Sandin, 2010).

Viktigt är även att mäta materialets fuktkvot vid mottagning av materialet och att sedan fortsätta kontrollera fuktkvoten för att man ska kunna upptäcka om fukt tränger sig in i konstruktionen. Det vanligaste är att mäta detta med en elektrisk resistansfuktkvotmätare (Gustavsson, 2017).



Figur 3.7 Viktiga moment för säker fukthantering av KL-trä (Gustavsson, 2017).

En sammanfattning av vad som är viktigt för en god fuktsäkerhet visar *figur 3.7*. För att undvika att bygga in fuktigt material är det viktigt att man utför ett kontinuerligt fuktsäkerhets arbete under hela produktionen (Gustavsson, 2017).

4 Intervjustudie

4.1 Bakgrund

Intervjustudien består av fem respondenter. Intervju har ägt rum på distans via Zoom, vid en av intervjuerna besvarades frågorna via mailkontakt. Nedan följer en kort presentation av de olika respondenterna.

Intervjuperson 1: Entreprenadingenjör på Skanska AB. Intervjun utgår från ett specifikt projekt kring hur de har hanterat fuktfrågan. Det är respondentens första projekt med KL-trästomme.

Intervjuperson 2: Produktionschef på HMB Construction. Intervjun utgår från ett specifikt projekt angående fukthanteringen på projektet. Det är intervjupersonens första projekt med KL-trästomme.

Intervjuperson 3: Diplomerad Fuktsakkunnig hos Peab Sverige AB. Fuktsakkunnig har varit delaktig som fuktsakkunnig i flera olika träprojekt. Intervjuns upplägg är uppbyggd på ett sätt där han pratar generellt om fukthantering i träkonstruktioner och inte ett specifikt projekt eftersom han har erfarenhet från olika projekt.

Intervjuperson 4: VD på Fridh & Hell's bygg AB. Företaget och respondenten har stor erfarenhet av att bygga med KL-trä och har varit med i flera träkonstruktioner. Intervjun bygger på olika träprojekt och respondentens erfarenheter av fukthantering i träkonstruktioner.

Intervjuperson 5: Konstruktör från Martinsson. Företaget levererar byggsystem i limträ och KL-trä. Deras stora erfarenhet av KL-trä gör det till ett lämpligt företag att få kunskap ifrån. Intervjufrågorna är uppbyggda på ett litet annorlunda sätt eftersom intervjun blev besvarad via mailkontakt. Den grundas inte på ett specifikt projekt utan generellt om fukthantering kring KL-trä.

4.2 Projekt

Nedan följer en kort beskrivning av de projekten som har diskuterats i intervjuerna.

Projektet Växjö Kommunhus var fokus i intervjun med respondent 1. Konstruktionen är ett sju våningars hus i trä och glas. Stommen består till stor del av en träkonstruktion. Förutom två betongschakt består stommen helt av KL-trä. I projektet hade de ett heltäckande väderskydd.



Figur 4.1 Bild från produktionen av Växjö kommunhus samt det heltäckande väderskyddet.

Projektet CIK i Knivsta är fokus i intervju 2. Byggnaden är en mötesplats för idrott, kultur och event. Konstruktionen består främst av KL-trä och limträ förutom första plan där det är platsgjutna betongväggar med HDF bjälklag. I projektet valde de att bygga utan väderskydd. Eftersom hela projektet var 1500 m² var det inte möjligt på något rimligt sätt att använda ett väderskydd, dessutom hade kostnaden blivit alltför hög.



Figur 4.2 CIK färdigställd byggnad (HMB, 2020).

Två projekt är återkommande i intervju 3, det är två olika förskolor, en är byggd på traditionellt sätt med träreglar och bjälklag i 60CC. I det projektet hade man ett väderskydd. Den andra förskolan är byggd av KL-trä utan väderskydd.



Figur 4.3. Färdigställd byggnad. Projekt förskola av Peab, KL-trästomme (Peab Sverige AB, u.d.).



Figur 4.4 Färdigställd byggnad, förskola av Peab, byggd med träreglar.

4.3 Hantering av fuktfrågan

I frågan hantering av fuktfrågor varierade svaren, antingen så har företagen hanterat frågorna angående fukt internt inom företaget och använt fuktsakkunnig från företagets teknikavdelning eller så har företaget anlitat fuktsakkunnig från ett annat företag. Alla företag i intervjustudien använder sig av Bygga F (bygga fuktsäkert), antingen rakt av eller utvalda delar. Hur hanteringen av fuktfrågan utförs beror på vad beställaren ställer för krav i förfrågningsunderlaget, i vissa projekt har beställaren ställt krav på att en diplomerad fuktsakkunnig ska vara delaktig i fuktsäkerhetsarbete.

4.4 Kritiskt moment i fukthantering under produktionen

Alla respondenter fick frågan angående problem och kritiska situationer i fuktsäkerhetshanteringen. Företagen bedömde olika moment som kritiska, se *tabell 4.1*.

Tabell 4.1. Kritiska moment i fukthanteringen.

Intervjuperson	Kritiskt moment	Oro
1	Flytspackla på KL-träbjälklaget	Momentet tillför mycket vatten på bjälklaget som inte får fuktas upp.
2	Att alla på arbetsplatsen behöver förstå att materialet måste täckas	Problem kan uppstå när man lämnar materialet i väder och vind utan att täcka, även om det är relativt lätt att ta bort påväxt så är det väldigt stora ytor att bearbeta.
3	Horisontella ytor	Horisontella ytor blir snabbt fuktskada av stilla stående vatten.
4	Resta KL-väggar, <i>se figur 4.4</i>	Vid regn blir bottenplattan blöt som kan leda till uppsugning i ändträ
5	Bjälklag	Stående vatten på bjälklaget

Det är viktigt att identifiera de kritiska momenten i projekteringen för att hitta lämpliga lösningar till de olika situationerna. En utmaning är att det kan vara svårt med en tydlig gränsdragning i vem som ska göra vad i fukthanteringen. Det kan även vara svårt att få alla parter på arbetsplatsen att förstå vikten i att allt material måste täckas. Vid byggande utan väderskydd är det viktigt att allt material täcks, KL-skivorna levereras inplastade och bör lagras utan att plasten förstörs. Planering är viktig, man vill inte ta bort plast från skivor som inte ska monteras den dagen eftersom det skapar en risk för fuktskador på KL-träet. En fuktsäkerhets ansvarig som ser över problemen och kontrollerar fuktsäkerhetsarbete är därför ytterst viktigt.



Figur 4.4 En bild i produktion på kritisk punkt, stående KL-vägg med ändträ mot bottenplatta från Fridh & Hells bygg AB.

Figur 5.4 visar en kritisk punkt när man rest KL-trä. De kritiska är vid ändträet mot betongplattan. Vid regn kommer vatten att samlas på plattan vilket kan leda till kapilläruppsugning av vatten i ändträ. Genom att lyfta KL-skivorna och klossa upp den kan man åtgärda problemet. Innan upplyftning av skivorna det ska man skydda ändträ med tejp eller diffduk.

4.5 Problem med fukt under produktionen

Det återkommande svaret hos respondenterna när man ser till skillnaden mellan att använda trä och andra byggnadsmaterialet ur ett fuktperspektiv är att svårigheten med trä är att materialet är torrt vid leverans och sedan får man inte tillföra fukt. Ingen av respondenterna ser trä som ett svårare material att jobba med jämfört med andra förutsatt att man har välgenomtänkta checklistor för fuktsäkerheten och en fuktsäkerhetsplan.

”När man får torrt virke till arbetsplatsen med en fuktkvot på 8–9% och sedan fuktat upp det, de känns bara dåligt att utsätta projektet för risken att få påväxt när produkten är felfri från början.”

Intervjuperson 2

Stora byggnader med stora ytor och stora balkar i trä är mer komplicerade ur ett fuktperspektiv, det ställer höga krav på kontroller av fukthalten. Vid större projekt utan väderskydd blir det svårt att skydda alla ytor från att bli uppfuktade. Det blir ofta påväxt men den är hanterbar och går att ta bort genom slipning eller utbyte av fuktskadade delar.

Problemen respondenterna tog upp angående fukt varierade, ett återkommande problem är stående vatten på horisontella ytor och bjälklag. Det är viktigt att ta

bort allt vatten som blir stående på ytorna vid regn och snöfall. Det kritiska momentet är att vatten kan bli stående under en längre tid vid helger vilket ökar risken för påväxt. I Sverige är det noll toleransen mot mögel, det blir ett orosmoment eftersom det kan leda till en kostsam sanering eller rivning. Problemet med stående vatten på horisontella ytor och bjälklag uppstår inte vid användning av heltäckande väderskydd.

”Saneringsmetod som byggmetod är enligt mig väldigt konstigt.”

Intervjuperson 3

”För att effektivisera fuktsäkerhethanteringens vill vi arbeta mer med att leverantören lägger diffusionsöppen vädertätning i fabrik innan leverans till byggarbetsplatsen.”

Intervjuperson 4

4.6 Väderskydd

Samtliga respondenter är eniga om att valet av väderskydd är en kostnadsfråga. Heltäckande väderskydd bidrar förutom minskad risk för fukt också till en ökad effektivitet. Problemet med väderskydd är att det utgör stora kostnader, däremot är alla respondenter eniga om att väderskydd är den säkraste metoden för att skydda byggnaden mot fukt under produktionen.

”Jag skulle kunna säga att man blir 100% effektivare med heltäckande väderskydd, det skapade en bättre arbetsmiljö vilket gör arbetet effektivare.”

Intervjuperson 1

I frågan gällande om de använder sig av väderskydden i projekten varierade svaren. Problemet med väderskydd är som tidigare nämnt den stora kostnaden, i projektet CIK hade ett väderskydd kostat nästan lika mycket som hela stommen i projektet. Ett annat problem med väderskydden är att vid större och komplexa byggnader med långspännvidder uppstår tekniska svårigheter. Exempel på svårigheter som kan uppstå är att det kan bli ett stort orosmoment vid större vind samt att dessa stora väderskydd är väldigt få i Sverige.

”Varför många tar bort väderskyddet är nog för att de inte vinner jobbet när de räknar med väderskydd.”

Intervjuperson 3

”I min region som är Skanska Sydost har vi sagt om vi ska bygga i trä då kommer vi att använda tält, vi ser det som enda sättet för att få fuktsäkerhet”

Intervjuperson 1

Problem som kan uppstå gällande fukt där ett väderskydd inte hjälper är där konstruktionen är uppbyggd där fukt måste tillföras som exempelvis vid flytspackling på KL-bjälklag. Vid flytspackling tillförs flera ton vatten på bjälklaget, det blir ett kritiskt moment gällande fuktsäkerheten trots att man har väderskydd. Detta är ett exempel på samverkansbjälklag. I dessa situationer är det viktigt att planen för torkning är väl genomtänkt. Första dagarna får man inte göra mer än att vädra men efter det bör man vidta alla möjliga torkningsmetoder som finns i handboken för att få bort fukten snabbt, exempel på det kan vara avfuktare, värme och poserad ventilation. Det är viktigt att kontrollera regelbundet i detta moment.

Fuktsäkerheten är beroende av vädret, det optimala är att starta byggandet av trästommen på våren och fortsätta mot sommar med väderskydd, trästommen är då rest innan höst. Problemet som kan uppstå när man startar bygget av trästommen på hösten och bygger mot vintern är att det kan bli blötare i väderskyddet än vad det är ute. När man har ett väderskydd bidrar det till större effektivitet eftersom det täcker hela arbetsområdet kan man bygga på alla etapper samtidigt.

4.7 Andra fukthanteringsmetoder

I frågan i vilka metoder man använder sig av när man inte har väderskydd är alla respondenter överens om att man måste arbeta på att få tätt hus så snabbt som möjligt. Respondenterna är eniga om att det viktigaste är att få upp stommen så snabbt som möjligt för att sedan kunna lägga skivor och papp på taket som skyddar mot nederbörd. Bygglogistiken är en viktig del för fuktsäkert byggande utan väderskydd, att anpassa montagedagarna till när man har vädret med sig samt att utsätta tid i tidplanen för att träet ska torka när det blivit uppfuktat. Bygga i etapper rekommenderas, bygga klart en etapp för att få den torr och få en värdesäkring på klimatskalet innan man påbörjar nästa etapp.

Respondenterna lyfter att det är viktigt att tejpa skarvar, anslutningar och öppningar, skrapa bort allt vatten som lägger sig på horisontella ytor samt att det är noga att allt ändträ skyddas.

När trä blir blött är det viktigt att det får tid att torka, jämfört med betong är trä snabbtorkat. Det viktiga är att få vädring på luften samt tillföra värme på delar där materialet blivit uppfuktat. Vid en större uppfuktning kan man använda en värmeavfuktare för att torka upp vattnet, det behövs inte alltid eftersom man inte vill att torkningsprocessen ska gå alltför fort då det kan leda till torkningsspickor. Den naturliga uttorkningsprocessen är att föredra, man bör inte ändra temperaturen och luftfuktigheten i en byggnad för radikalt.

”Det farliga är inte att träet blir blött utan hur lång tid det är över kritisk gränsvärde 80% och vad det är för temperatur”

Intervjuperson 3

Logistikplaneringen är en viktig faktor i byggande med KL-trä, det optimala och det man eftersträvar i projekten är att leveransen av materialet ska lämnas i den tid där man kan lyfta det direkt från trailern för att sedan montera det direkt. Mellanlagring vill man undvika eftersom det ökar risken för påväxt.

Nedan följer en sammanfattning av vad som är viktigt att tänka på för en fuktsäker produktion baserat på respondenternas svar.

Tabell 4.2 Viktiga åtgärder att vidta för en god fuktsäkerhet.

Bygglogistik	Montering vid bra väderdagar om möjligt. Fokus på att få tättus så fort som möjligt
Tejping av skarvar och öppningar	Rekommenderad tejp är Sigha eller Rotoblas, det blir vanligare att använda diffusionsöppen tejp.
Tillfälliga vattenavledningar	Exempelvis utforma tillfälliga avledningar längst ned på taken för att leda bort vatten.
Utrymme för tid till torkning	Planera tidplanen med lite luft att kunna vänta på att träet torkar när det har blivit uppfuktat.
Skrapa bort eller vattendammsuga bort vatten från horisontella ytor	Stående vatten på horisontella ytor och bjälklag ökar risk för påväxt det är därför viktigt att ta bort allt stående vatten omgående.
Logistikplanering	En god planering av leveranser av KL-materialet leder till att mellanlagring undviks.
Provisorisk täckning	Det kan exempelvis vara i form av presenningar

4.8 Arbetstid för fuktsäkerhetsarbete

Frågan ställdes till respondenterna om det gick åt mycket tid av arbetstiden till att fuktsäkra produktionen jämfört med vad de vanligtvis behöver när de använder andra byggnadsmaterial.

”Eftersom vi hade väderskydd behövde vi inte tänka på något som att skrapa bort vatten från ytor, tejpa skarvar och sådant. Vi byggde provisoriska väggar, främst för värmens skull.”

Intervjuperson 1

”Mycket tid skulle jag inte säga, men mer tid, ja. Byggnaden var ett passivhus så det skulle tejpas i vilket fall. Vi utförde tillfälliga vattenavledningar, skrapa vatten behövdes inte så mycket eftersom taket kom upp fort, det var på några ställen det kom in vatten som vi fick bearbeta.”

Intervjuperson 2

”Framför allt inför helger blir det mycket arbetstid åt att fuktsäkra. Man behöver lägga mer tid på provisorisk täckning och tänka sig för så att man får bort allt vatten. Bekvämare och förutsägbarare blir arbetsdagarna med väderskydd men det är sällan kostnaden för väderskydd blir likvärdig med timmarna du lägger på att fuktsäkra.”

Intervjuperson 4

4.9 Krav angående fuktsäkerhet och mätning av fuktkvot

Kontrollmätningar av fuktkvoten är en stor del i fuktsäkerhetsarbetet. När KL-träelement anländer till arbetsplatsen ska det mätas direkt, om materialet är fuktigt vid leverans ska det skickas tillbaka. Vid avplastning av skivorna ska det mätas igen och precis innan montage. Samtliga respondenter genomförde mätningar med en resistans fuktkvotmätare med hammarklod.

”Kraven är svåra men rimliga för att man ska få en produkt av hög kvalitet utan påväxt. Fuktkvotkraven finns för att vi inte ska bygga in fukt och orsaka hälsoproblem”

Intervjuperson 1

Boverket ställer höga krav på fukthanteringen i träkonstruktioner, respondenterna är enade om att kraven är svåra att hantera jämfört med betong men att de går att uppfylla.

Det är viktigt att följande moment utförs i projekteringen:

- Upprätta en fuktsäkerhetsplan
- Utse en fuktsäkerhetsansvarig
- Ta hjälp av en fuktexpert om kunskapen inte finns inom företaget
- Ta fram arbetsberedningar med egenkontroller och arbetsbeskrivningar för att säkerställa hur fukten hanteras på arbetsplatsen.

4.10 Sammanfattning

Respondenterna har hanterat fuktfrågan på olika sätt. Gemensamt är att alla ser att det är viktigt att fukten är en del av projekteringen i tidigt skede. Det är viktigt att säkerhetsställa en fuktsäkerhet i hela byggprocessen, viktiga dokument, exempelvis fuktsäkerhetsbeskrivning, fuktsäkerhetsplan med lösningar och checklistor behöver upprättas för en god fuktsäkerhet.

Huruvida man ska använda väderskydd är det oftast en kostnadsfråga, i många projekt blir det en för hög kostnad med väderskydd och därför väljs det ofta bort. Vid stora komplexa byggnader kan dessutom ett väderskydd bli svårt att hantera. Det kan uppstå ett orosmoment angående vind runt 20m/s vid användning av väderskydd. Alla respondenterna är dock eniga om att väderskydd är det mest optimala för att undvika fuktskador men att de höga kostnaderna ofta leder till att det byggs utan.

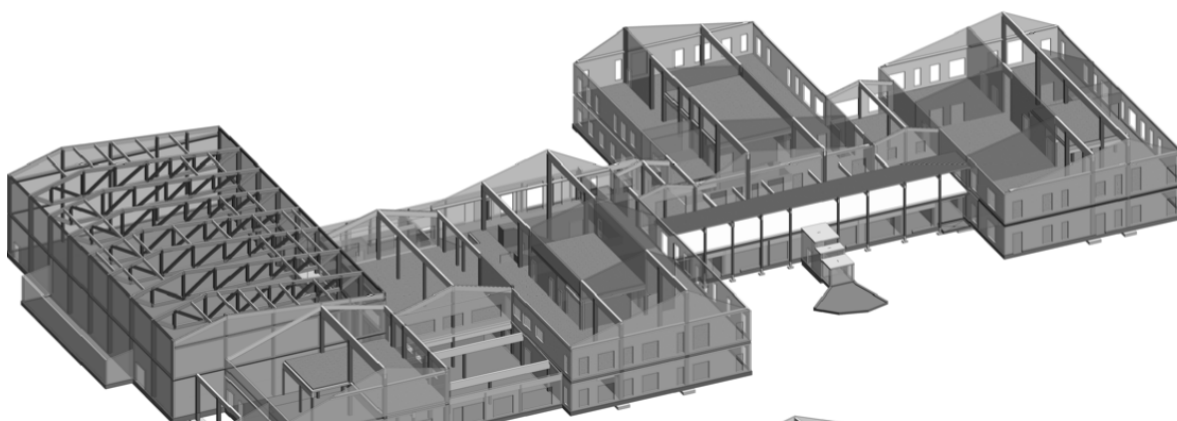
De vanligaste problemen och de mest kritiska momenten i fukthantering vid byggande i träkonstruktionerna varierar lite då respondenterna inte haft samma fukthanteringsverktyg. Vid användning av väderskydd är det mest kritiska momentet konstruktioner där man tillför fukt, exempelvis flytspackling på KL-bjälklaget. När man inte använder sig av väderskydd är det mest återkommande problemen stående vatten på horisontella ytor och kapillär uppsugning i ändträ. En viktig notering i intervjustudien är att ingen av respondenterna har fått problem orsakade av fukt från produktionen efter byggnaderna har färdigställt och gått vidare till förvaltning.

5 Analys av referensprojekt

Informationen i detta kapitel har tillgåtts från företaget Serneke via dokument samt telefon och mailkontakt.

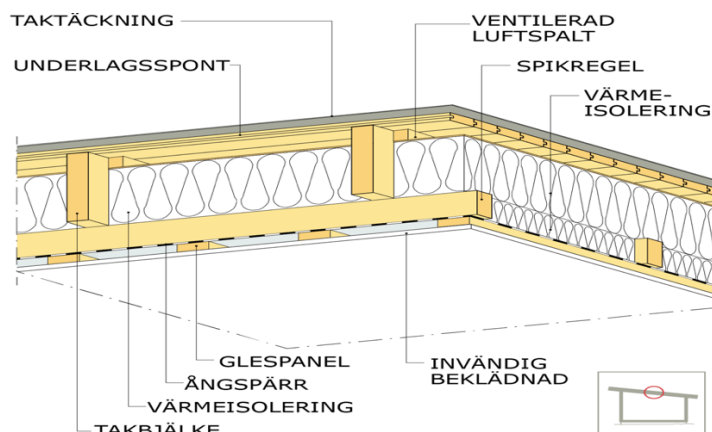
5.1 Allmänt om referensprojekt

Serneke AB ska utföra en nybyggnation av en skola F-6, se figur 5.1. Byggnaden kommer till stor del att bestå av trä. Grundläggningen ska bestå av en platsgjuten bottenplatta i betong med underliggande cellplastisolering och ångspärr. Sockel ska vara förhöjd av betong.



Figur 5.1 K-ritning av Referensprojekt 3D-vy.

Stommen ska bestå av KL-trä i bjälklag och i stabiliserande innerväggar, bärande träregelväggar i ytterväggar, samt en pelare, balkkonstruktion i limträ. Utfackningsväggar i trä utgör idrottshallens väggar, det är en vanlig typ av yttervägg i flerbostadshus med bärande stomme av betong eller stål, den bär inga vertikala laster utan tar endast upp vindlast, egenvikt. Utfackningsväggar i trä har en god termisk isoleringsförmåga (Svenskt trä, 2019). Taket ska utgöras av fackverkstakstolar i limträ med takelement från STE svenska takelement.



Figur 5.2 exempel på ett pararelltak i trä (Svenskt trä, 2020).

Fasaderna ska bestå av en träpanel, lockläktpanel, spontad panel och KL-beklädnadsskiva för utomhusbruk. Det ska läggas takpapp på tak i varierande taklutning, på vissa tak ska det vara sedumtak.

5.2 Fukthantering

I projektets fukthanteringsarbete har man använt sig av Bygga F, se *tabell 3.3*. Det som behöver utföras är följande:

Fuktsäkerhetsbeskrivning – Detta är en beskrivning över vilka förutsättningar som finns för projektet ur en fuktsynpunkt tillsammans med objektspecifika krav på säkerställning av fuktsäkerhet i detaljprojektering, produktion och förvaltning.

Fuktsäkerhetsplan – Den fuktsäkerhetsansvariga produktionen upprättar styrande dokument (fuktsäkerhetsplan). Dokumentet innehåller beskrivning av processer och inspektioner som ska genomföras i utförandeskedet för att uppfylla krav i fuktsäkerhetsbeskrivningen och fuktsäkerhetsprogrammet.

Fuktsäkerhetsprojektering – Konsekventa åtgärder i projekteringskedet. Innefattar vilka förutsättningar som ska gälla för produktion och förvaltning i syfte att tillförsäkra att tillåten fukttillstånd uppfylls under byggnadens livslängd.

Fuktriskinventering – Dokumentation av fuktrisker i konstruktionen samt detaljer.

Fuktgranskning – Innefattar en granskning med hänseende på fuktsäkerhet

Fuktrond – Kontroll av att arbetet genomförs jämnt enligt fuktsäkerhetsplanen på byggarbetsplatsen

Fuktsäkerhetsåtgärder i produktion – Processer som tillförsäkrar att material och byggnader inte utsätts för fukttillstånd som frångår från det godtagbara fukttillståndet

Fuktkontroll – Mätning, undersökning eller besiktning med hänseende på fukt, exempelvis via mottagningskontroll eller fuktmätning (Lunds Tekniska Högskola , 2013).

I projektet ska det konstrueras både KL-träväggar samt KL-träbjälklag. För att undvika fuktskador är det viktigt att fuktkänsligt material väderskyddas. Det är även viktigt att lyckas hantera brister i väderskydden samt att begränsa effekterna av läckage. I *tabell 5.1* är möjliga problem och konsekvenser under produktionstiden identifierade utifrån Sernekes fuktsäkerhetsbeskrivning, i tabellen beskrivs även de åtgärder man planerat för att förebygga problemen.

Tabell 5.1 Möjliga problem som kan uppstå under produktionen.

Problem	Konsekvenser	Åtgärd
Fönster och dörröppningar	Vatten kan tränga sig in i öppningarna och orsaka påväxt	Skydda alla öppningar tills fönster och dörrar monterats
Anslutningar mellan våningsplan	Inträngning av vatten	Förlängt vindskydd
Anslutningar mellan terrass och vägg	Inträning av vatten mellan anslutningarna	Tätas provisoriskt tills tätskikt applicerats
Underkant av yttervägg	Vatten kan rinna till sockeln	Verkställa underkant direkt med klistrad bitumen för att leda bort vatten från sockeln
KL-vägg mot betongunderlag	Kapilläruppsugning	Montera KL-trä på fuktskydd och fukttåliga distanser
Isolering på KL-trä	Efter isolering av KL-trä blir det svårare att hantera påväxt i KL-trä	Besikta KL-trä på utsidan innan isolering
Ändrä	Uppfuktat ändträ	Tejpa allt ändträ
Inbyggt KL-trä	När materialet är inbyggt är fuktskador svårare att hantera	Allt KL-trä ska torka och godkännas innan inbyggnad.
Smutsiga ytor	Smutsiga ytor gör det svårare för elementen att torka	Alla ytor ska hållas rena och öppna för en god torkning

Elementskarvar och fogar	Här kan det tränga in vatten och orsaka fuktskador	Lägg icke hårdande fogmassa eller åldersbeständig tejp
--------------------------	--	--

Vid arbete med trä finns det risk med att ändträ utsätts för uppfuktning därför är det viktigt att ändträ skyddas för kapillärsugning på utsatta platser. KL-trä under fönster skyddas med hjälp av tejpning i underkant. Fönsteröppning skyddas med uppvik 100 mm på båda sidor med vindskydd utvändigt. Vid montering av KL-trä mot betong ska ändträ förses med tejpning. Horisontella ytor av KL-trä som utsätts för regn ska tejpas, detta gäller även för bjälklag. Det är även viktigt att bjälklag av KL-trä hålls fria från vatten genom att alla väggvinklar tejpas rum för rum för att motverka att vatten rinner ned i skarvar. Med hjälp av gummiskrapor ska man skrapa bort vatten, detta ska ske kontinuerligt dagligen för att fritt vatten inte ska bli liggande på bjälklaget, det vatten som är svåråtkomligt kompletteras med en våtdammsugare. Avledning av vatten planeras i förväg via avlopp ut ur byggnaden.

Provisoriska taktäckningar är planerade i form av lyftbara falk av exempelvis regler, skivor och presenningar. Ytterväggar av KL-trä kan även isoleras och täckas med vindskydd.

Vid leverans av materialet KL-trä är det viktigt att kontrollera emballaget, det ska vara helt vid mottagningen samt rent från jord och smuts. Stickprov av fuktkvoten ska utföras på ett antal punkter på respektive element med en resitansfuktkvotsmätare med hammarelektrod. Vid lagring av materialet är det viktigt att det inte utsätts för smuts, fukt eller solstrålning.

Entreprenören har utsett en fuktsäkerhetsansvarig, med en dokumenterad erfarenhet av fuktsäkerhetsarbete. Den fuktsäkerhetsansvarige ansvarar för att fuktsäkerhetsbeskrivningen följs samt att en fuktsäkerhetsdokumentation formuleras. Fuktansvarig står för att kritiska moment formuleras med arbetsberedningar alternativt infogas i fuktsäkerhetsplanen. Det krav som finns för ett fuktsäkert utförande ska delges till alla under- och sidoleverantörer.

5.2.1 Fuktsäkerhetsplan upprättat av Serneke

- Mottagningskontroll

Materialet ska vara helt, rent och torrt samt fritt från mikrobiell påväxt vid mottagning, blånad på virket får inte förekomma. Förpackningar för organiskt material ska vara fritt från kondens på insidan. Fuktkvoten på levererat virke får inte överstiga 18%, alla mottagningskontroller ska dokumenteras.

- Förvaring och skydd av byggnadsmaterial

Mottaget material ska förvaras skyddat från nederbörd, smuts och andra fuktkällor. Organiskt material får inte förvaras direkt mot betong. Fuktkänsliga

material ska pallras upp minst 300 mm ovan mark eller golv av material som inte är kapillärsugande. Material ska bytas ut om de skadas av mikrobiell påväxt eller blivit kraftigt nedblött.

- Skydd av inbyggt byggnadsmaterial

Material som byggs in ska vara torrt och rent. Fuktkvot i trä som byggs in får inte överstiga 16%. Kontrollmätning innan inbyggnad ska alltid utföras och dokumenteras.

- Utförande av väderskydd

Inget heltäckande väderskydd utan byggnaden kommer att skyddas med hjälp av de medel som beskrivits tidigare i *avsnitt 5.2*.

- Upprättande och uppföljning av uttorkningsklimat
- Arbetsberedningar för särskilt kritiska konstruktioner och moment, exempelvis lufttätning och tätning/drevning runt fönster.
- Fuktmätning i trä och betong

En resitansfuktkvotsmätare ska användas

- Utförande och dokumentering av fuktronder

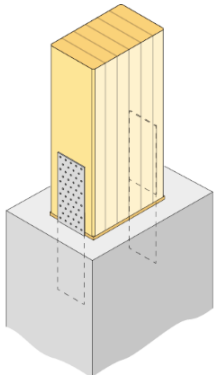
Kontroll av att fuktsäkerheten på byggarbetsplatsen ska ske kontinuerligt i form av fuktronder. Vid fuktronder ska exempelvis materialhanteringen kontrolleras, väderskydd ska kontrollera, förekomst av läckage ska undersökas samt kontroll av om fuktigt material förekommer.

- Åtgärder och uppföljning av avvikelser
- Rutiner för omhändertagande av akuta läckage
- Sammanställande av fuktsäkerhetsdokumentation
- Lufttäthetsprovning

5.3 Diskussion om fukthanteringsmetoder

I projektet har man tillsammans i projektgruppen valt att inte använda sig av heltäckande väderskydd. I projektet kommer man i stället att skydda materialet med hjälp av andra åtgärder för att förhindra att vatten tränger sig in i materialet, så som exempelvis tejpning av skarvar. En bidragande faktor till att heltäckande väderskydd valdes bort i projektet är en kombination av en plastintäkt ställning med kappa över takfoten och ett snabbt takmontage med takelement som bidrar till att stommen snabbt kommer bli väderskyddad.

Ett exempel på hur man kan fuktsäkra limträpelarna i bottenplattan visas i *figur 6.3*.



Figur 5.3 Spikningsplåt på ömse sidor. Fuktskydd mellan limträ och betong (Svenskt trä, 2017).

När man väljer att inte använda sig av ett heltäckande väderskydd är det viktigt att man utför ett kontinuerligt fuktsäkerhetsarbete. I referensprojektet ska man använda gummiskrapor och dammsugare för att skrapa/suga bort vatten på bjälklaget. Annat material som är viktigt för att ersätta ett heltäckande väderskydd är exempelvis presenningar, ålderbeständig lufttättej, fogmassa, våtdammsugare, gummiskrapor och vindskydd.

En kritisk del i projektet under produktionstiden är lagringsdelen. Det är viktigt att logistiken är genomtänkt under hela produktionstiden. Mellanlagring bör undvikas om det är möjligt, ifall det är möjligt att montera KL-elementen direkt vid leverans minskar det risken för påväxt. En tät byggnad så snabbt som möjligt bör eftersträvas och om det är möjligt att bygga taket först underlättar det fortsättningen av produktionen. När taket byggs först blir det som ett väderskydd för resterande delar. I referensprojektet är en möjlighet att bygga i etapper och färdigställa första etappen till fuktsäker innan nästa etapp påbörjas.

Det är viktigt med tanke på de höga pelarna som ska byggas att ändträet är under kontroll. Pelarna blir svåra att byta ut om de utsätts för påväxt och det är därför väldigt viktigt att utföra regelbundna kontroller. Kontrollerna bör innefatta säkerställning av att skyddet mot fukt i ändträ är korrekt och att inget läckage pågår. Det är även viktigt att utföra regelbundna kontroller av ändträ där man mäter fukttinnehållet i pelarna, om mätningarna indikerar en förhöjd fukthalt bör man se till att det finns goda torkningsmöjligheter.

6 Analys och diskussion

I denna del kommer frågeställningarna för examensarbetet att besvaras med hjälp av litteraturstudien, intervjustudien samt dokumentationanalysen av referensprojektet.

6.1 Vilka är de vanligaste fuktkällorna?

Fukt i träkonstruktion uppstår när vatten tillförs, det vanligaste är genom nederbörd. Trä är ett organiskt material och är därför mer känsligt för fukt än andra byggnadsmaterial. När man arbetar med träkonstruktioner är man rädd för mikrobiell påväxt, fukt kan även orsaka att materialet får en ful, ojämnyta och i värsta fall kan det ruttna. Studierna som har utförts visar att de vanligaste orsakerna till fuktproblem i konstruktionen är stilla stående vatten och smuts på horisontella ytor samt på bjälklaget. Uppsugning av vatten i ändträ vid skarvar och andra öppningar, uppresta KL-väggar är en annan orsak. En ytterligare källa till fukt är oskyddade KL-element. Det togs upp i intervjustudien att plasten som skyddar elementen inte får sprättas upp om de inte ska monteras direkt eftersom det ökar risken för uppfuktning som kan leda till påväxt. I intervjustudien har det inte blivit några problem orsakade av fukt efter byggnaderna har färdigställt däremot uppstod kritiska moment under produktionen. Ett kritiskt moment var flytspackling där man tillför vatten direkt på KL-bjälklaget, detta motsvarar ett samverkansbjälklag som togs upp i litteraturstudien. Ett samverkansbjälklag är återkommande i studien, i intervjustudien har bjälklaget diskuterats, dock med olika åsikter. Det kan tyckas vara en onödig risk med att lägga ett material där vatten måste tillföras på ett material där vatten inte bör tillföras. Ur ett konstruktionsmässigt perspektiv är det en god typ av bjälklag däremot är det en risk ur ett fuktperspektiv. Plattbjälklag, kassetbjälklag eller hålbjälklag är att föredra ur ett fuktperspektiv eftersom vatten inte tillförs på materialet. I två av projekten man diskuterade under intervjustudien uppstod det påväxt på några pelare som man fick byta ut. Det är en lärdom man kan ta med sig till referensprojektet där det också ska uppföras stora pelare, det är viktigt att skydda ändträet mot bottenplattan för att undvika kapilläruppsugning.

Arfvidsson, Harderup & Samuelson (2017) nämner olika fuktkällor som är viktiga att ta hänsyn till. Nederbörd är som tidigare nämnt en viktig faktor att skydda byggnaden från, en ytterligare faktor som även tagits upp i intervjustudien är luftfuktigheten. När den relativa luftfuktigheten överstiger 70% ökar det risken för mögel och röta. Det nämndes även i intervjustudien, det kritiska är under hur lång tid trä utsätts för överskridande RF_{krit} i samband med temperatur. Markfukten kan också skapa problem för konstruktionen, det är viktigt att utföra åtgärder för att förhindra kapillärstigning. Byggfukt är en annan källa som är viktig att diskutera och hantera. I vissa fall kan det uppstå

läckage, exempelvis i väderskydden, det är också en viktig källa att ta hänsyn till i projekteringen för att kunna skydda konstruktionen. Genom att utföra en regelbunden kontroll av väderskydd eller andra åtgärder man har vidtagit för att fuktsäkra ökar det chansen man upptäcker läckage i tid innan ett problem har uppstått. Exempelvis beträffande upptäckt av förhöjd fukthalt i något element kan man åtgärda det innan påväxt har uppstått.

6.2 Hur skyddar man en byggnad mot fukt på bästa sätt under produktionen?

Studien som har utförts visar att det är viktigt att ett fuktsäkerhetsarbete påbörjas tidigt i projekteringen. Bygga F metoden (bygga fuktsäkert) är en viktig del för att säkerställa en fuktsäker projektering. Metoden har använts både hos respondenterna i intervjustudien och i referensprojektet i dokumentationanalysen. I dokumentationanalysen har en fuktsäkerhetsbeskrivning utförts, i beskrivningen är möjliga problem identifierade tillsammans med åtgärder. En del av de åtgärder och problem som beskrivs i dokumentationanalysen har även tagits upp i litteraturstudien och intervjustudien. De återkommande åtgärderna för att skydda konstruktionen för fukt är väderskydd eller att tejpa alla skarvar, öppningar och ändträ som kan utsättas för uppfuktning. Genom dagliga fuktronder upptäcks stående vatten, det är viktigt att skrapa bort vattnet med gummiskrapor och vattendammsugare direkt när det har uppkommit vatten på ytorna. Det som studierna visar på att vara viktigast utan ett väderskydd är att få ett tätt hus så snabbt som möjligt samt att bygga taket först för att skydda resterande delar av produktionen. När man bygger stommar och konstruktioner av KL-trä är bygglogistiken en viktig faktor, det är optimalt om man kan montera KL-skivorna i samband med att man lossar materialet från trailern. På det sättet undviker man mellanlagring som är en risk för att KL-elementen blir fuktskadade. Det är även viktigt att planering är god vid montering och att emballagen inte tas sönder om inte allt material i emballaget ska användas den dagen, alternativt att skydda kvarvarande material på nytt om omslaget runt KL-skivorna måste sprättas upp. En annan viktig del som uppmärksammas i studien är att ha tid för träet att torka i tidplanen, om trä blivit uppfuktat måste det få tid att torka innan det byggs in. Trä är snabbtorkat jämfört med betong och den bästa torkningsmetoden är ett naturligt uttorkningsförlopp, man bör inte radikalt ändra temperatur och luftfuktighet i byggnaden. Torkningsprocessen har diskuterats i studien som ett kritiskt moment eftersom en för radikal torkningsprocess kan orsaka torkningsspickor medan en för långsam torkningsprocess kan leda till påväxt.

I studien diskuteras det mycket angående väderskydd, både i intervjustudien och dokumentationanalysen. Det var även en diskussion i referensprojektet

angående om de skulle använda väderskydd eller inte för projektet. Ett väderskydd bidrar till många fördelar. Väderskydd minskar risken för fukt och bidrar till en bättre arbetsmiljö som leder till en högre effektivitet. Skydden kan dessutom ersätta byggkranar med hjälp av kranar i tältet. Eftersom väderskyddet hindrar nederbörd på konstruktionen kan man bygga på flera etapper samtidigt. I de projekt där man har haft väderskydd har man inte behövt ha ett kontinuerligt fuktsäkerhetsarbete som det behövs när man bygger utan ett väderskydd. Däremot kommer man inte undan att behöva kontrollmäta KL-skivorna vid flera tillfällen under produktionen eftersom det är viktigt att fukt inte byggs in. Tejpning av skarvar och anslutningar, skrapning av vatten, skydd av ändträ och oskyddade KL-element kommer man helt undan med ett väderskydd. Problemen med väderskydd som tagits upp är den stora kostnaden, vid större och mer komplexa byggnader med stora spännvidder blir de svåra att hantera samt att vind kan skapa en osäkerhet. Arbetstid åt att fuktsäkra varierar beroende på om man har väderskydd eller inte. När man har ett tält behöver inte arbetstagarna lägga ner tid på att ta bort vatten, tejpa skarvar och dylikt utan de kan lägga all tid på att färdigställa byggnaden. Däremot uttrycker de i intervjustudien att det är sällan kostnaden mellan ett väderskydd och kostnaden för antal timmar man brukar för att fuktsäkra arbetsplatsen är jämförbar med varandra, oftast är väderskyddet mycket dyrare än vad timpriset blir. Det går inte heller att komma undan att materialet kan ha en pågående mikrobiellpåväxt innan leverans, det är därför viktigt att kontroll av fukthalt och påväxt i materialet sker kontinuerligt trots att man använder sig av ett väderskydd.

Nilsson (2009) beskriver målfuktskvoter och gränsvärden man bör förhålla sig till för att undvika problem orsakade av fukt. I intervjustudien togs det upp att mäta fuktkvot i materialet var en stor del av fuktsäkerhetsarbetet. Även i referensprojektet är mätningar en stor del fuktsäkerhetsplanen. Det är viktigt att utföra mätningar för att undvika att bygga in fuktigt material eftersom det kan orsaka mikrobiell påväxt. Vilka fuktkvoter man använder som gräns varierar lite i studien, i litteraturstudien är 18% den högsta tillåtna gränsen angiven medan i referensprojektet ska man använda 16% som gräns i egenkontrollen.

Studien påvisar att det bästa sättet att skydda en byggnad mot fukt under produktionen är med hjälp av väderskydd om man ser på problemet rent ur ett fuktperspektiv. Däremot är ett väderskydd inte alltid ekonomiskt möjligt. I branschen handlar det oftast om att företaget som vinner jobbet är de företag som har det billigaste anbudet vilket i de flesta fall utesluter väderskydd. I de fall där väderskydd inte används är det bästa sättet som tidigare nämnt att utföra ett fuktsäkerhetsarbete tidigt i projekteringen samt att eftersträva tätt hus så snabbt som möjligt och ett snabbt och tidigt takmontage, ett bra sätt för att få tätt hus snabbt är genom att bygga etapper och färdigställa en etapp till

tätt hus innan uppstart av nästa etapp. En genomtänkt fuktsäkerhetsplan tillsammans med en välplanerad bygglogistik och ett kontinuerligt fuktsäkerhetsarbete utgör en god fuktsäkerhet. I intervjustudien tog en av respondenterna upp att för att effektivisera fuktsäkerhetsarbetet är en möjlighet att en diffusionsöppen duk på KL-skivorna läggs på i fabrik för att minska risken för fuktskador.

I framtiden för att effektivisera fuktsäkerhetsarbetet bör man arbeta mer med att fuktsäkra materialet i fabrik, som exempelvis det som diskuterats i studien att lägga en diffusionsöppen duk på KL-skivorna. Fokusering på att hur man kan fuktsäkra materialet i fabrik så att det krävs mindre fuktsäkerhetsarbete i produktion bör eftersträvas i fortsättningen.

Analysen av intervjustudien, litteraturstudien och dokumentationanalysen tyder på att det idag blir allt vanligare att använda KL-trä som byggnadsmaterial men att det finns mer att utveckla när man ser på fuktsäkerheten för träbyggande. Allt fler vill använda sig av KL-trä eftersom det är en förnyelsebar råvara, tillverkningsprocessen är energisnål samt att det binder koldioxid under hela sin livslängd. Materialet skapar en effektivare byggnadsprocess om man hanterar fuktfrågan på rätt sätt.

Med hjälp av de slutsatser som tagits i det här arbetet är förhoppningen att kunna uppmärksamma de vanligaste fuktproblemen som kan uppstå i produktionen gällande byggande av träkonstruktioner samt att ge förslag på vad den här studien säger är de bästa fukthanteringsmetoderna under produktionstiden.

7 Slutsats

- Vilka är de vanligaste fuktkällorna?

Det största orosmomentet när man bygger med trä är att byggnaden ska utsättas för mögelpåväxt, därför är det viktigt att man ser över källor och kritiska moment för att ha möjlighet att förhindra att påväxt och andra fuktskador uppstår. Denna studie påvisar att för att undvika mögel är det viktigt att det inte blir stillastående vatten på bjälklag och andra horisontella ytor, ändträ får inte bli uppfuktat, skarvar och anslutningar måste tejpas tills tät byggnad är uppnådd, viktigt är också att KL-element ej lagras oskyddade och att emballaget är helt fram till montering.

- Hur skyddar man en byggnad mot fukt på bästa sätt under produktionen?

I studien finns det två slutsatser att ta gällande frågan om bästa fukthanteringsmetod. När man ser på frågan endast ur fuktsynpunkt är väderskydd det bästa sättet att skydda en byggnad mot fukt under produktionen. Däremot eftersom branschen lägger stor vikt på kostnadseffektivitet bör man besvara frågeställningen med hänsyn till den faktorn.

Fuktsäkerhetsarbetet bör startas tidigt i projekteringen och det är viktigt att det upprättas en fuktsäkerhetsbeskrivning och en fuktsäkerhetsplan samt att utse en fuktsäkerhetsansvarig. Studien påvisar att Bygga F metoden är ett lämpligt verktyg att använda sig av. Bygglogistiken och planering av leveranser bör vara väl genomtänkta eftersom det optimala är att undvika mellanlagring av KL-elementen. Fokuset i produktion bör vara att få tätt hus så snabbt som möjligt, genom att bygga i etapper kan man få täta hus etappvis vilket är att föredra ur ett fuktperspektiv. Ett kontinuerligt fuktsäkerhetsarbete är viktigt där man utför kontrollmätningar av träet samt fuktsäkerhetskontroller för att säkerställa att alla skarvar och anslutningar är tejpade och att det inte finns något stående vatten. Är det möjligt att bygga tak först bör man göra det.

För att utveckla fuktsäkerhetsarbetet och göra det mer effektivt är en idé att arbeta mer med att lägga diffusionsöppen duk på KL-elementen i fabrik för att skydda skivorna mot fukt.

8 Litteraturförteckning

- Adamson , B., Ahlgren, L., Bergström, S., & Nevander, L. (1970). *Fukt byggtekniska fuktproblem*. Lund: Lunds universitet.
- Alsmarker , T., & Werner, P. (2021). *Fuktsäkert KL-träbyggande utan heltäckande väderskydd*. Stockholm: Svenskt trä.
- Arfvidsson, J., Harderup, L.-E., & Samuelson, I. (2017). *Fukthandbok*. Lund: Svenskbyggjänst.
- Borgström, E., & Fröbel, J. (2017). *KL-trähandbok: fakta och projektering av KL-träkonstruktioner*. Stockholm: Svenskt trä.
- Boverket. (2006). *Regelsamling för byggregler - Boverkets byggregler, BBR*. Karlskrona : Boverket.
- Boverket. (den 9 2 2022). *Kontroll av fuktsäkerheten*. Hämtat från boverket.se: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/fuktsakerhet/kontroll-av-fuktsakerheten/>
- Brandt, K. (2015). *KL-trä framtid med historia*. Hämtat från svensktra.se: <https://www.svensktra.se/publikationer-start/tidningen-tra/2015-4/kl-tra-framtid-med-historia/>
- Bryman , A., & Bell, E. (2013). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Stockholm: Liber.
- Bryman, A., & Bell, E. (2007). *Business Research Methods*. New York: Oxford Universty Press Inc.
- Burström, P. G. (2006). *Byggnadsmaterial*. Lund: Studentlitteratur.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Routledge.

- Davidson, B., & Patel, R. (2009). *Forskningsmetodikens grunder - Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.
- Denzin, N. (2009). *The research Act - a theoretical introduction to sociological methods*. New Brunswick.
- Esping, B., Salin, J.-G., & Brander, P. (2005). *Fukt i trä för byggindustrin*. Malmö: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut.
- Gustavsson, A. (2017). *KL-trähandbok fakta och projektering av KL-träkonstruktioner*. Skellefteå: Svenskt trä.
- Höst, M., Regnell, B., & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*. Studentlitteratur AB.
- Hägerstedt, O. (2012). *Fuktsäkra träkonstruktioner vägledning för utformning av träbaserade väggar*. Lund: Lunds universitet.
- Hagentoft, C. E. (2002). *Vandrande fukt strålande värme: så fungerar hus*. Danmark: Studentlitteratur.
- HMB. (2020). *Mötesplatsen CIK*. Hämtat från hmbcon.com: <https://www.hmbcon.com/projekt/knivsta-centrum-for-idrott-och-kultur/>
- Johannessen, A., Tufte, P., & Christoffersen, L. (2020). *Introduktion till Samhällsvetenskaplig Metod*. Solna: Liber AB.
- Johansson, P. (2021). *Fukt, trä och mögelpåväxt - en översikt över litteratur inom området*. Borås: RISE.
- Jonsson, R., & Persson, M. (2021). *Byggprocess för trähusbyggande med väderskydd*. SBUF.
- Karnehed, P. (den 18 10 2017). *Valla Berså: Fokus på fuktsäkert byggande*. Hämtat från Träguiden.se: <https://youtu.be/DhyyMooBbjU>
- Lantz, A. (2013). *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Lekvall, P., & Wahlbin, C. (2001). *Information för marknadsföringsbeslut*. Göteborg.

- Lunds Tekniska Högskola . (den 8 Maj 2013). *ByggaF-metoden*. Hämtat från fuktcentrum.lth.se:
https://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/PDF-filer/ByggaF_Branschstandard/1_ByggaF_branschstandard.pdf
- Nilsson, L.-O. (2004). *Fuktpåverkan på material : kritiska fuktnivåer* . Lund: Lunds tekniska högskola .
- Nilsson, L.-O. (2009). *Kunskapsläge och råd kring fuktsäker projektering och tillämpning av fuktkrav i BBR för träkonstruktioner*. Lund: Lunds universitet.
- Olsson, H., & Sörensen, S. (2021). *Forskningsprocessen: Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. Stockholm: Liber AB.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. SAGE.
- Paulsson, U. (2020). *Examensarbete - att skriva uppdragsbaserade uppsatser och rapporter*. Lund: Studentlitteratur.
- Peab Sverige AB. (u.d.). *skolan av närproducerat trä*. Hämtat från peab.se:
<https://peab.se/projekt/byggnader/offentliga-lokaler/sodra-skolan-grums/>
- Penthon . (u.d.). *Vad är relativ fuktighet?* Hämtat från penthon.com:
<http://www.penthon.com/vanliga-fragor/faq/vad-ar-relativ-fuktighet/>
- S.T Eriks. (u.d.). *ALBA KANTELEMENT*. Hämtat från steriks.se:
<https://steriks.se/produktsortiment/markkomplettering/grund-och-plint/alba-kantelement/>
- Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: Studentlitteratur.
- Sandin, K. (2019). *Praktisk husbyggnadsteknik* . Lund: Studentlitteratur.
- SMHI. (den 11 02 2022). *Luftfuktighet*. Hämtat från smhi.se:
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet/luftfuktighet-1.3910>

- Statens fastighetsverk. (den 12 01 2021). *Sfv.se*. Hämtat från <https://www.sfv.se/upptack-mer/rad-och-erfarenheter/tra-som-byggnadsmaterial/>
- Svenskt trä. (den 18 Januari 2017). *Pelarfot*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/limtrakonstruktioner/fakta-om-limtra/projektering/anslutningsdetaljer/pelarfot/>
- Svenskt trä. (den 17 Januari 2019). *Utfacklingsväggar*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomkomplettering/ej-barande-vaggar/utfackningsvaggar/>
- Svenskt trä. (den 26 Mars 2020). *Takbjälklag*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomme/bjalklag/takbjalklag/>
- Svenskt trä. (2020). *traguiden.se*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/>
- Svenskt Trä. (u.d.). *Fuktkvot*. Hämtat från <https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/tra-och-fukt/>
- Yin, R. (2013). *Kvalitativ forskning från start till mål*. Lund: Studentlitteratur.

Bilaga 1

Intervjufrågor

- Namn:
- Företag:
- Allmänt om projektet:
- Har ni hanterat fuktfrågan själva inom företaget eller har ni använt någon utifrån som varit kunnig inom ämnet fukthantering?
- Är det svårare att hantera fuktfrågan när man bygger i trä jämfört med andra byggnadsmaterial?
- Vad upplevde du var den största utmaningen (mest kritiska moment) gällande fukthanteringen i produktionen?
- Hur mätte ni fuktkvot, vilka riktlinjer använda ni er av när ni utförde kontroller av fukt?
- Använde ni er av ByggaF?
- Hur hanterade ni lagring av materialet?
- Hur planerade ni leveranser av materialet, var de extra svårt då de kan uppstå skador om det tar för lång tid innan montering av materialet?
- Är kraven som finns gällande fukthantering svåra att hantera och uppnå?
- Om ni hade heltäckandeväderskydd:

Vad hade ni för typ av väderskydd?

Varför valde ni att använda väderskydd?

Var det ett självklart val med heltäckandeväderskydd för er?

Var heltäckandeväderskydd de ni behövde för att säkra fukthanteringen eller använde ni andra åtgärder också för att skydda byggnaden mot fukt under produktionstiden?

- Om ni inte hade heltäckandeväderskydd
Varför valde ni att bygga utan väderskydd?

Vad hade ni för andra metoder att motverka fukt, tejp? Tillfällig vattenavledning?

La ni ner mycket tid på att fuktsäkra byggnaden under arbetsdagarna? Jämfört med vad ni hade gjort om ni valt heltäckandeväderskydd?

- Hade ni något problem med fukt under produktionstiden?
- Hur mycket kostade fuktsäkerhetshanteringen ungefär på detta projekt, blev det den kostnad ni räknat med?
- Har ni fått problem orsakade av fukt efter byggnaden färdigställt och förvaltas?
- Har ni något annat ni vill tillägga om ämnet?

Bilaga 2

- Ser ni en stor förändring i användning av KL-trä som byggnadsmaterial? Vad tror ni är den största anledningen till att allt fler använder KL-trä?
- Brukar ni rekommendera heltäckande väderskydd för projekten? Varför/Varför inte?
- Vad är den största utmaningen ur ett fuktperspektiv när man arbetar med KL-trä?
- Vad är enligt er den mest effektiva metoden att skydda en KL-trästomme från fuktskador?
- Om man inte har heltäckande väderskydd, vad är det bästa sättet att skydda byggnaden mot fukt då? Under produktionstiden framför allt.
- Vad är den mest återkommande källan till problemen med byggfukten?
- Upplever ni att det uppstår problem orsakade av fukt i träkonstruktioner oftare än exempelvis i betongkonstruktioner?
- Torkningsprocessen kan vara ett kritiskt moment, brukar ni rekommendera någon speciell metod för detta?

- Det är vanligt med att tejpa anslutningar och dylikt, är det speciell tejp, rekommenderar ni någon speciell?
- Förutom mikrobiell påväxt vad mer kan fukt orsaka för problem i KL-träkonstruktioner?
- Har ni någon annan synpunkt angående fukthantering i träkonstruktioner, fokus på KL-trä som ni vill tillägga?