

Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion

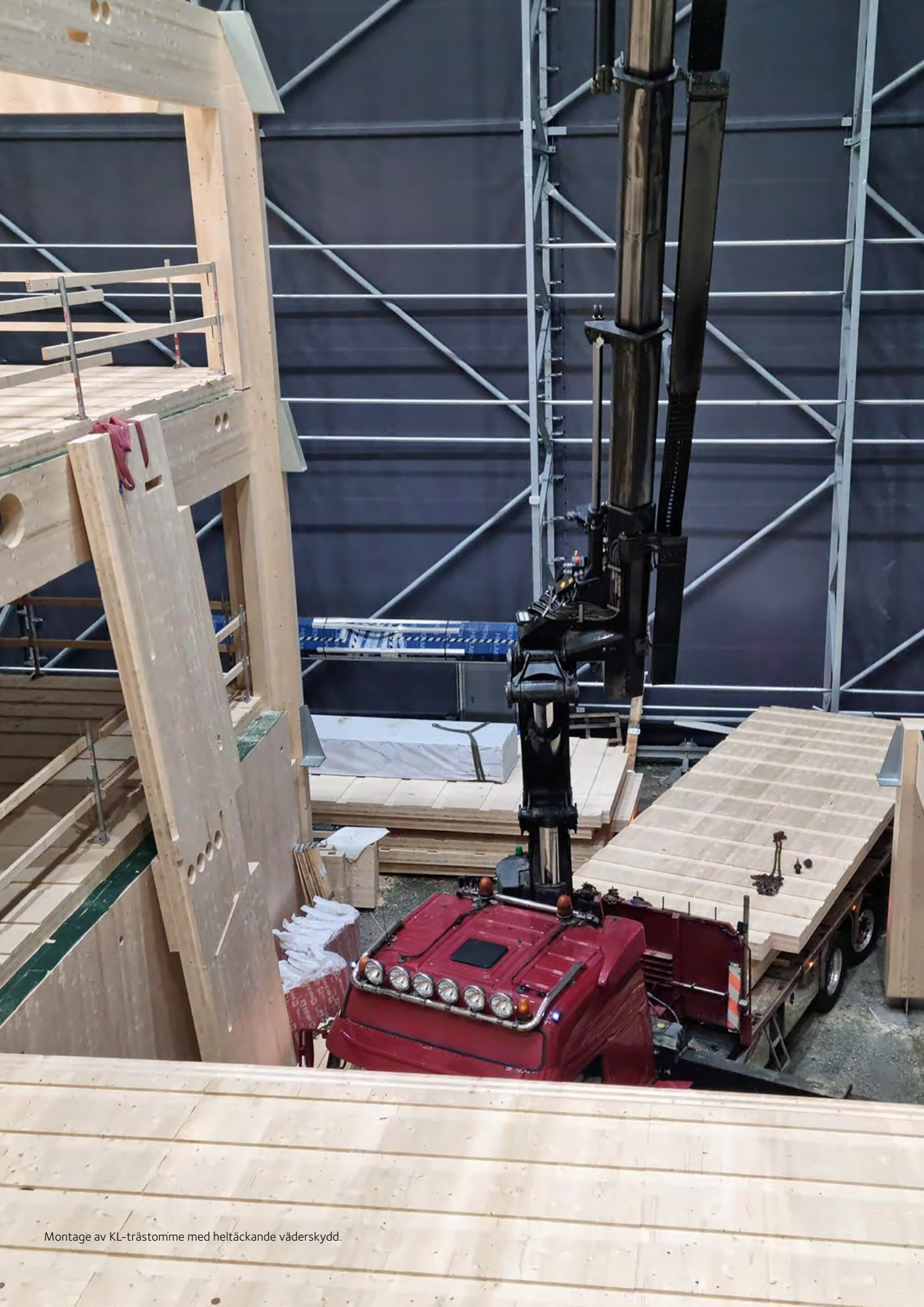
Anvisningar för byggarbetsplatsen



RI.
SE

 tmf

 SVENSKT
TRÄ®



Montage av KL-trästomme med heltäckande väderskydd.

Förord

I Sverige finns en lång tradition av att bygga med trä. Majoriteten av småhus har sedan länge utgjorts av träbyggnader och sedan ett par decennier har trä även blivit ett vanligt stommaterial i flerbostadshus, hallar, skolor och kommersiella byggnader. Idag utgör träbyggandet en viktig del i omställningen till ett mer hållbart byggande och för att lyckas i detta arbete är en fuktsäker träbyggnadsproduktion en viktig komponent.

Allt eftersom träbyggandet moderniserats har nya produkter och byggsystem tagits fram för att möta de krav som ställs på byggnader idag. Ett av alla dessa krav är fuktsäkerhet. Träbyggnadsproducenter och leverantörer av byggsystem i trä har under en tid efterfrågat vägledning i form av en handbok för hur fuktrelaterade frågor ska hanteras på byggarbetsplatsen med utgångspunkt i att uppfylla de fuktrelaterade funktionskraven i Boverkets byggregler och förebygga fuktskador under byggprocessen.

Inom området trä och fukt finns det gott om forskning och god byggpraxis men det har fram tills nu saknats en dokumenterad praktisk vägledning med samlade råd, tips och anvisningar som kan användas och tillämpas på en byggarbetsplats. Med *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* är målsättningen att samla befintlig kunskap på ett ställe och därmed förenkla för byggentreprenören att bygga fuktsäkert. Innehållet i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* är baserat på forskningsrapporter, handböcker, guider och inte minst praktiska bransch erfarenheter från fuktsäkerhetsarbete i produktionskedet.

Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion är ett resultat av ett samarbete mellan branschorganisationerna Svenskt Trä och Trä- och möbelföretagen, TMF samt forskningsinstitutet Research Institutes of Sweden, RISE. Ovan nämnda parter har gemensamt finansierat framtagandet av handboken tillsammans med stöd från Centrum för Byggande & Boende med Trä, CBBT och TräCentrum Norr, TCN.

Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion har skrivits av flertalet författare på RISE med stöd av ett redaktionsråd bestående av Diplomerad Fuktsakkunniga och representanter från träbyggnadsbranschen som bland annat gett underlag till goda exempel.

För ytterligare kunskap, information och praktiska anvisningar om trä, limträ, KL-trä och träbyggande finns TräGuiden, www.traguiden.se, som uppdateras kontinuerligt med ny kunskap och praktiska erfarenheter. TräGuiden är mycket omfattande med tabeller, ritningar och illustrationer.

Välkommen in på www.traguiden.se!

Information om trä, limträ, KL-trä och träbyggande finns också på www.svensktrtra.se.

Tingstade, juli 2024

Petter Werner
Svenskt Trä

Innehållsförteckning

Inledning 5

Branschstandard ByggaF – metod för fuktsäker byggprocess 7

Volymelement 9

- 3.1 Produktionsplanering 9
- 3.2 Transport och mottagning 11
- 3.3 Tillfällig lagring 14
- 3.4 Förberedelser inför montage 16
- 3.5 Montage 17
- 3.6 Kontroll vid uppfuktat volymelement 26

Planelement 27

- 4.1 Produktionsplanering 27
- 4.2 Transport och mottagning 29
- 4.3 Tillfällig lagring 32
- 4.4 Förberedelser inför montage 34
- 4.5 Montage 35
- 4.6 Kontroll vid uppfuktat planelement 44

KL-trä 45

- 5.1 Produktionsplanering 45
- 5.2 Transport och mottagning 47
- 5.3 Tillfällig lagring 49
- 5.4 Förberedelser inför montage 51
- 5.5 Montage 52
- 5.6 Kontroll vid uppfuktat KL-trä 60

Åtgärder vid uppfuktning 61

- 6.1 Stoppa fortsatt uppfuktning 61
- 6.2 Kontrollera omfattning 62

6.3 Starta uttorkning 62

6.4 Mät fuktnivå 62

6.5 Provtva vid behov och utvärdera om
mikrobiell påväxt kan ha uppstått 63

6.6 Sanera vid behov 64

6.7 Bygg vidare 66

Mät- och kontrollinstruktioner 67

7.1 Fuktkvotsmätning i trä 67

7.2 Fuktmätning i betong och golvvajämning 69

7.3 Indikationsmätning med fuktindikator 69

7.4 Fukt- och temperaturmätning i luft 69

7.5 Provuttag för mikrobiologisk analys 70

Teori 71

8.1 Fukt - så fungerar det 71

8.2 Mikrobiell påväxt på byggnadsmaterial 73

8.3 Saneringsmetoder 79

8.4 Fördjupning nederbördsintensitet 83

Regelverk 84

Ordlista 90

Referenser 91

Friskrivningar 92

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä 94

Inledning

Syftet med *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* är att förbättra förutsättningarna för en fuktsäker träbyggnadsproduktion. Handboken omfattar den del av produktionen som sker på byggarbetsplatsen inklusive transporten från tillverkaren eller leverantören till byggarbetsplatsen. En förutsättning för att nå en fuktsäker träbyggnadsproduktion är att fuktsäkerhetsarbetet påbörjats redan i planeringsstadiet. Byggherrens ambitioner i sin kravställning, omfattningen av den utförda fuktsäkerhetsprojekteringen och budgetering för åtgärder kopplat till projektets fuktsäkerhet är avgörande faktorer för byggentreprenörens möjlighet att lyckas i sitt fuktsäkerhetsarbete på byggarbetsplatsen.

Följs denna handboks råd och anvisningar så minskar risken för fuktproblem under byggprocessen. Däremot ska råden och anvisningarna inte tolkas som en garanti för att fuktproblem inte kommer uppstå om de följs. Checklistor och guider i detta material är att betrakta som vägledande och behöver kompletteras och anpassas till det unika byggprojektet.

Råd och anvisningar grundas på branschens erfarenheter och vetenskaplig kunskap gällande fuktsäkerhet. Inom vissa områden finns kunskapsluckor och vetenskapligt belägg saknas för vissa råd och anvisningar som ges i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion*. I dessa fall, där det trots detta ansetts viktigt att ta fram vägledningar för att hjälpa branschen framåt så baseras innehållet på nuvarande kunskapsläge. I takt med att ny kunskap och erfarenhet erhålls så finns det därför behov av att uppdatera handbokens råd och anvisningar.

De kunskapsluckor som nämns ovan gäller främst kopplingen mellan fuktskador och hälsa. Att det finns ett samband mellan mikrobiell påväxt och negativa hälsoeffekter är känt – men till vilken grad eller vid vilken mängd av mikrobiell påväxt är inte lika känt. I *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* ges inget svar på exakta nivåer som kan tillåtas, fokus ligger i stället på att i största möjliga mån undvika fuktbelastning som kan leda till fuktskador.

Eftersom fuktskador ofta leder till behov av extra åtgärder, till exempel kassation av byggmaterial, sanering av mikrobiell påväxt och förlängd uttorkningstid, så finns det även goda ekonomiska skäl och inte minst miljömässiga skäl till att följa råden som ges i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion*. Förutom ökade kostnader så orsakar åtgärdandet av fuktskador ökad klimatbelastning genom det extra koldioxidutsläpp, CO₂, som utbyte av material och extra transporter och torkinsatser med mera leder till. Det finns alltså flera motiv utöver de ekonomiska fördelarna till att undvika fuktskador och bygga fuktsäkert. God inomhusmiljö, god beständighet och hållbart byggande är några.

Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion är uppdelad i avsnitt baserade på typ av byggnadssystem. De olika byggnadssystemen som hanteras är volyement, planelement samt korslaminerat trä, KL-trä, och limträ. I avsnitten ges rekommendationer och råd i syfte att undvika fuktskador på byggarbetsplatsen. Skulle en uppfuktning

trots allt ske så hänvisas till *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, där en metod för bedömning och hantering av eventuell uppfuktning och fuktskador presenteras. I *kapitel 7, Mät- och kontrollinstruktioner, sidan 67*, ges instruktioner för hur kontroller och mätningar kopplat till fukt utförs. I *kapitel 8, Teori, sidan 71*, presenteras den teoretiska bakgrund som bland annat ligger till grund för de råd som presenteras i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning*. Slutligen i *kapitel 9, Regelverk, sidan 84*, presenteras en sammanställning över regelverk som hanterar fuktsäkerhet inom byggbranschen.

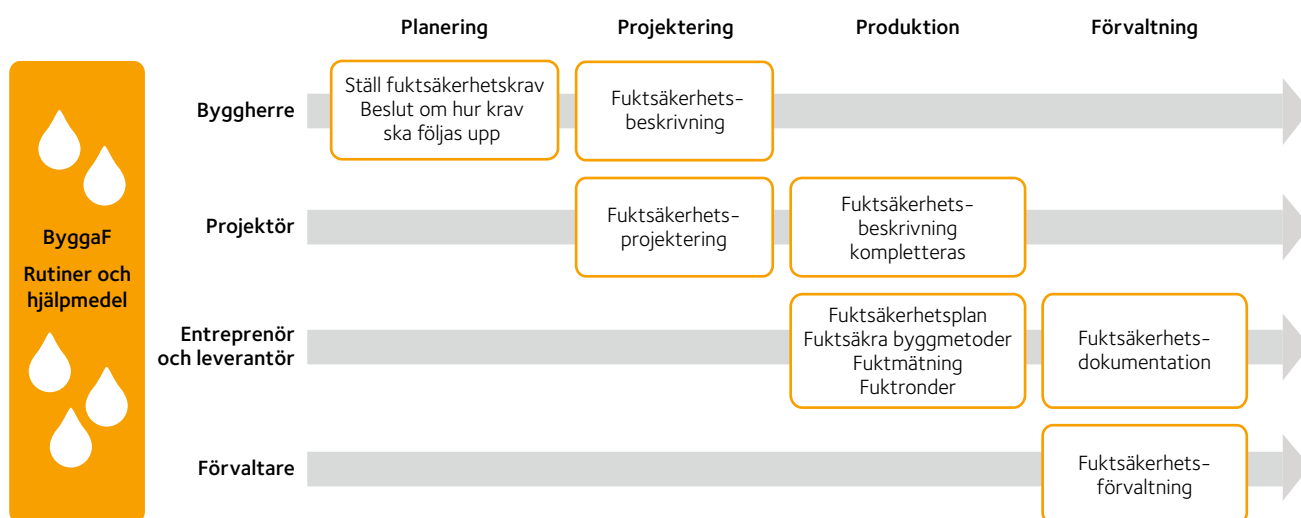


Utvändig panel av träspån.

Branschstandard ByggaF – metod för fuktsäker byggprocess

Branschstandarden *ByggaF – metod för fuktsäker byggprocess*, Fuktcentrum 2013, är en process för att säkerställa, dokumentera och kommunicera fuktsäkerhet i hela byggprocessen, från planering till förvaltning. ByggaF är inget myndighetskrav utan en frivillig metod för att jobba med fuktsäkerhet genom hela byggprocessen. Metoden innehåller rutiner och hjälpmedel som riktar sig till och involverar mer eller mindre alla aktörer i byggprocessen. Centralt i metoden är rollerna Byggherrens fuktsakkunnige och Fuktsäkerhetsansvarig projektering respektive Fuktsäkerhetsansvarig produktion. I ByggaF tilldelas dessa roller stort ansvar för det praktiska genomförandet av fuktsäkerhetsarbetet i byggprojektet och även ansvaret för att säkra fuktkompetensen i projektet. *Figur 2.1* beskriver huvuddragen i metoden.

ByggaF utgår både från det faktum att byggherren har ansvaret för att byggreglerna uppfylls i det enskilda byggprojektet och det faktum att branschen historiskt sett har haft svårt att hantera fuktfrågan i byggprojekt. Metoden är uppbyggd kring att byggherren anlitar en fuktsakkunnig, byggherrens fuktsakkunnige, för stöd i arbetet med fuktsäkerhet. Framför allt med formulering av fuktsäkerhetskraven



Figur 2.1 Processbeskrivning över ByggaF – metod för fuktsäker byggprocess

och uppföljning av att fuktsäkerhetskraven uppfylls. Arbetet med dessa sker på ett kvalitetssäkrat sätt med stöd av ByggaF-metodens rutiner och verktyg.

Ansvar för fuktsäkerhetsarbetet i projektering respektive produktion förtydligas i ByggaF genom att metoden krävställer att projekteringsorganisationen och entreprenören ska tillsätta en person som är Fuktsäkerhetsansvarig projektering respektive Fuktsäkerhetsansvarig produktion. Dessa ansvarar för fuktsäkerhetsarbetet inom respektive skede och det omfattar såväl genomförandet av fuktsäkerhetsarbetet som att säkra erforderlig kompetens för fuktsäkerhetsarbetet.

I *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* har ByggaF's roller angivits inom parentes efter namngiven aktör för att beskriva kopplingen till ByggaF. Så här kan det se ut: Entreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion).

ByggaF omfattar flera mallar och verktyg för att hantera, bearbeta och dokumentera fuktsäkerhetsarbetet. Till dessa finns flera rutiner kopplade. För entreprenören finns dokumentet Fuktsäkerhetsplan som ett stöd för att kvalitetssäkra fuktsäkerhetsarbetet i produktion. Fuktsäkerhetsplanen ska redovisa de aktiviteter, moment och kontroller som ska utföras för att säkerställa en fuktsäker byggprocess och att byggherrens fuktsäkerhetskrav, med koppling till produktionskedet, uppfylls. ByggaF omfattar även rutiner och malldokument för fuktronder.

Branschstandard ByggaF är fritt tillgänglig via FuktCentrums hemsida, www.fuktcentrum.lth.se.

Volymelement

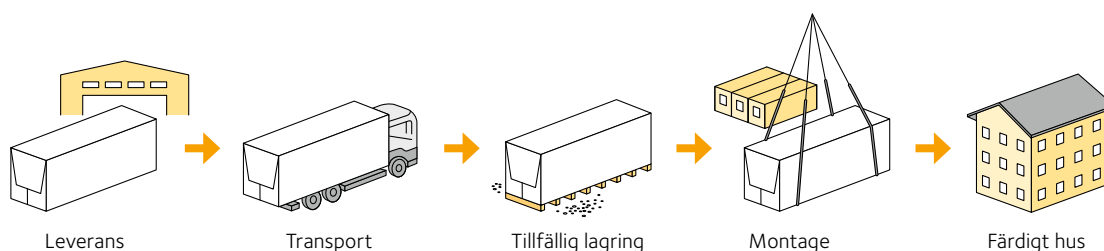
Med volymelement avses prefabricerade volymer, det vill säga byggelement där golv-, vägg- och takelement byggs ihop hos tillverkaren och bildar en stor låda, så kallat volymelement. Volymelementen fraktas sedan ut till byggarbetsplatsen och monteras samman till en byggnad. Volymelement kännetecknas av hög prefabriceringsgrad. Ett annat förekommande namn för detta byggsystem är modulhus.

3.1 Produktionsplanering

En fuktsäker träbyggnadsproduktion förutsätter att en väl genomförd produktionsplanering utförs som även omfattar fuktsäkerhet. Det är många faktorer som påverkar förutsättningarna för byggentreprenören att åstadkomma ett fuktsäkert montage av volymelement. Utöver logistik och förutsättningarna för ett snabbt montage, som är några av de viktigaste aspekterna, spelar det även in hur väl produktionsaspekter har beaktats i fuktsäkerhetsprojekteringen. Därför är det viktigt att byggentreprenören sätter sig in i dessa förutsättningar och planerar produktionen utifrån detta. Det innebär bland annat att byggentreprenören måste identifiera, värdera och hantera fuktrelaterade risker ur produktionssynpunkt. Bristfälligt utförd produktionsplanering kan till exempel leda till oplanerade avbrott i arbetsflödet som i sin tur kan påverka fuktsäkerheten negativt.

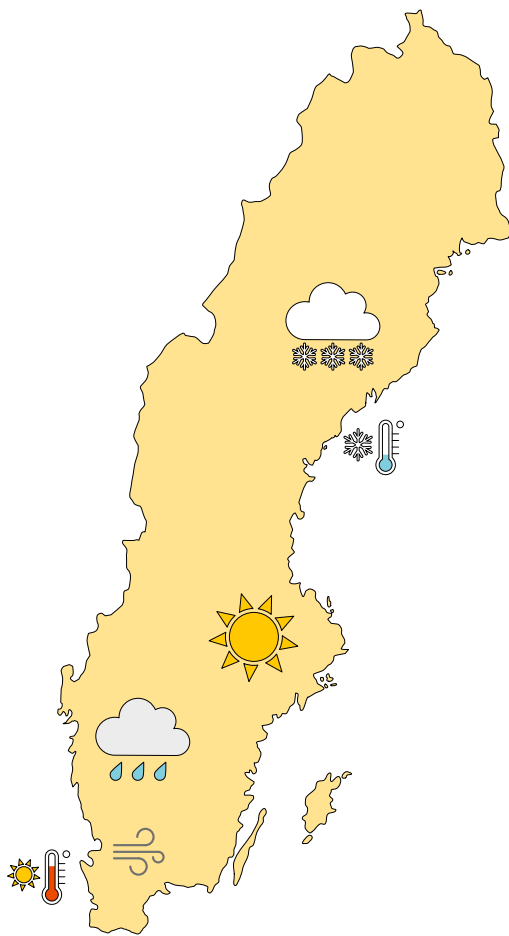
Resultatet av produktionsplaneringen med hänsyn till fuktsäkerhet ska redovisas och dokumenteras. För projekt som följer ByggaF görs detta i fuktsäkerhetsplanen. Här ska byggentreprenören redovisa de aktiviteter, moment och kontroller som ska utföras för att säkerställa en fuktsäker byggprocess inklusive säkerställa att samhällets och byggherrens krav på fuktsäkerhet uppfylls. Byggherrens krav framgår av fuktsäkerhetsprogrammet eller fuktsäkerhetsbeskrivningen i projekt som följer ByggaF.

Här följer exempel på viktiga punkter som ska hanteras när projektets fuktsäkerhetsplan och arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan, upprättas.



Figur 3.1 Volymelement – från tillverkning till färdigt hus

3.1	Produktionsplanering	9
3.2	Transport och mottagning	11
3.2.1	Väderskydd under transport	11
3.2.2	Branschens exempel på emballering och väderskydd under transport och avlastning	12
3.2.3	Fuktkontroll vid mottagning och avemballering	12
3.3	Tillfällig lagring	14
3.3.1	Tillfällig lagring av volymelement	14
3.3.2	Tillfällig lagring av virke	15
3.4	Förberedelser inför montage	16
3.4.1	Förberedelser byggarbetsplats	16
3.4.2	Montageförberedelser grundkonstruktion	16
3.5	Montage	17
3.5.1	Skydd mot nederbörd	18
3.5.2	Val av väderskyddslösning	18
3.5.3	Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage	20
3.5.4	Uttorkning av byggfukt	24
3.6	Kontroll vid uppfuktat volymelement	26



Figur 3.2 Väderkarta

Väderförutsättningarna kan vid samma årstid variera kraftigt beroende på var i landet man befinner sig.

Transporter

- **Väderskydd** – Ta hänsyn till transportsättet och utforma väderskyddet efter förutsättningarna.
- **Framkomlighet** – Ta hänsyn till framkomligheten för transporter och behov av omlastning.
 - Vilka eventuella behov finns för omlastning och finns i så fall utrymme för detta?
 - Finns risk för vinterväglag som kräver snöröjning och halkbekämpning på eller i anslutning till byggarbetsplatsen?
 - Vid vilka tider på dygnet är det möjligt med transporter till och från byggarbetsplatsen?
- **Avlastning** – Ta hänsyn till krav på fuktsäkerhet vid avlastning på byggarbetsplatsen.
 - Identifiera och förbered plats för avlastning.
 - Finns behov av förstärkt emballage eller väderskydd?
 - Krävs väderskyddad avlastningszon på byggarbetsplatsen?
- **Flexibilitet i transporttider** – Ta hänsyn till att flexibilitet i transporttider kan krävas på grund av väderomslag.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Byggarbetsplatsen

- **Hårdgjorda ytor** – Finns hårdgjorda ytor för till exempel transporter och omlastning eller mellanlagring?
- **Direkt montage från lastbil** – Undersök förutsättningarna för snabbt montage direkt från lastbil.
- **Mellanlagring** – Finns möjlighet till kortvarig fuktsäker omlastning eller mellanlagring i samband med montage?
- **Byggarbetsplatsens omgivning** – Ta hänsyn till byggarbetsplatsens omgivning – exempelvis trång stadsmiljö eller svårtillgänglig terräng.
- **Väderförutsättningar, geografisk position** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till dess geografiska position – kustnära, vindutsatt eller andra tuffa förhållanden? Se figur 3.2.
- **Väderförutsättningar, årstid** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till årstiden?
- **Lyftkapacitet** – Hur många lyft av volymelement och annat material kan byggarbetsplatsens utformning och övriga förutsättningar hantera per dag? Uppskatta lyftkapaciteten och ta med denna uppgift som underlag vid eventuell etappindelning.
- **Etappindelning** – Finns möjlighet och behov av att etappindela montaget för att minska tiden som oskyddade delar riskerar att utsättas för nederbörd? Upprätta i så fall en montageplan med etappindelning. Exempel på faktorer, förutom byggnadens geometri, att ta hänsyn till vid bestämning av etappstorlek är byggarbetsplatsens utformning samt risk för vindpåverkan och nederbörd.
- **Uttorkning av byggfukt** – Planera och upprätta en plan för uttorkning av byggfukt.
- **Kontrollmätningar av fukt** – Planera och upprätta en plan för fuktmätningar.
- **Tid- och resursplanera fuktsäkerhetsarbetet** – Planera fuktsäkerhetsarbetet och lägg in aktiviteter i tidplanen för uttorkning av byggfukt och fuktkontroller så som till exempel mottagningskontroll och kontroll av inbyggnadsfuktkvoter.

- **Leverans, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för kommunikation mellan byggarbetsplats, transportör och tillverkare så att leveranser kan stoppas eller pausas vid oplanerat avbräck i montage, till exempel på grund av besvärligt väder eller tekniskt strul.
- **Tillverkare, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för uppföljning och kommunikation mellan tillverkare och byggarbetsplats för erfarenhetsåterföring och hantering av avvikelser. Exempelvis för att hantera byggfel, transportskador eller ett identifierat behov av förstärkt transportskydd.
- **Utanför ordinarie arbetstid** – Beredskap för hantering av fuktsäkerheten på byggarbetsplatsen utanför ordinarie arbetstid.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Produktionsplaneringen ska skapa förutsättningar för ett fuktsäkert montage. De flesta fuktsäkerhetsåtgärder under montageskedet kräver produktionsplanering och förberedelser. *Se avsnitt 3.5.3, Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage, sidan 20.*

3.2 Transport och mottagning

3.2.1 Väderskydd under transport

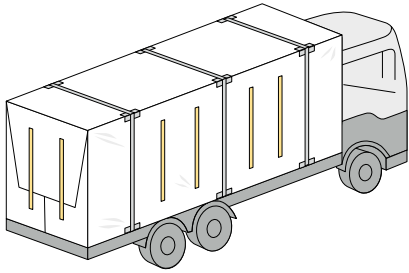
Volymelement ska skyddas från nederbörd och smuts under transport med hjälp av väderskydd som motstår nederbörd i kombination med det lufttryck på grund av fartvind som skapas under transporten. Höga lufttryck vid transport kan i kombination med regn leda till att vatten tar sig in genom otätheter eller bristfälligt utförda överlapps-skarvar i väderskyddet. Den nedsmutsning som otillräckligt väderskydd orsakar kan medföra direkta skador och även försämra materialets förmåga att stå emot fukt och mikrobiell påväxt. Därför kan väderskydd behövas även vid transporter där det inte förekommer nederbörd.

Här följer viktiga punkter att beakta vid utformning av väderskydd för volymelement under transport:

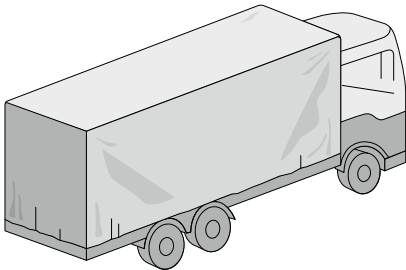
- **Skarvar, överlapp och veck** i väderskyddet ska inte leda in vatten vid transport och lagring. Ta hänsyn till vindpåverkan i samband med transport.
- Väderskyddet ska skydda volymelementet från **stänk och smuts** under transport, mottagning och mellanlagring. Detta gäller även volymelementets undersida.
- **Förstärk väderskyddet** vid behov för att undvika till exempel **nötning** av väderskyddet på grund av stänk från grus och smuts under transport samt skav från lastsäkringsdon och distanser mellan sammanpackade volymelement.
- Väderskyddet ska inte sitta löst, fladdra eller riskera att dras sönder under transport. Ta hänsyn till **fartvind vid transport**.
- **Vassa hörn, kanter** och liknande ska skyddas eller förstärkas så de inte riskerar att skära hål på väderskyddet.
- **Lyftremmar och lyftöglor eller lyftpunkter** ska vara utformade så att de inte leder in vatten i volymelementet eller ger upphov till skav eller andra otätheter på volymelementets väderskydd.
- Ha rutinmässig **mottagningskontroll** som återförs direkt till tillverkaren för att möjliggöra förbättringsåtgärder.
- Andra **projektspecifika förutsättningar** och krav.



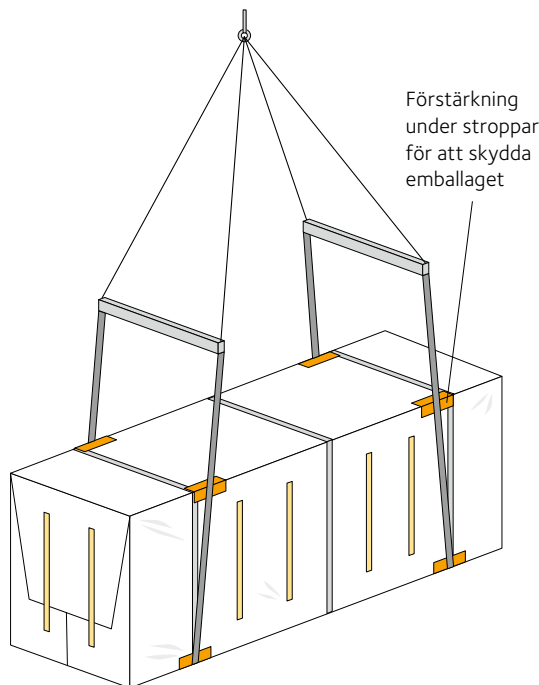
Mottagning av volymelement.



Figur 3.3 Väderskydd under transport, exempel 1
Engångsemballage.



Figur 3.4 Väderskydd under transport, exempel 2
Måttanpassat kapell som kan återanvändas.



Figur 3.5 Lyft av volymelement
Vid lyft av volymelement med stroppar ska kantskydd användas för att undvika slitage på emballage.

3.2.2 Branschens exempel på emballering och väderskydd under transport och avlastning

Volymelement är i regel av den storlek att de inte ryms i en heltäckt lastbil. Därför krävs i normala fall att själva volymelementets emballage utgör väderskyddet under transport.

Väderskyddet under transport utgörs vanligtvis av antingen engångsemballage, se figur 3.3, eller måttanpassat kapell som återanvänds, se figur 3.4. I de fall väderskyddet ska återanvändas ska ett kontrollprogram tas fram och tillämpas för att undvika att skadade och nedsmutsade väderskydd återanvänds.

Vid avlastning av volymelement ska kantskydd placeras där lyftstroppar ligger an för att undvika skador på väderskyddet. En lyfttram kan med fördel användas för att minimera trycket på volymelementets sidor, se figur 3.5.

3.2.3 Fuktkontroll vid mottagning och avemballering

När volymelementen levereras till byggarbetsplatsen ska en mottagningskontroll avseende fukt utföras. Kontrollen innebär dels en okulär kontroll, dels en kontroll i form av fuktkvotsmätningar.

Vid mottagningskontrollen kontrolleras att väderskyddet under transport uppfyllt sin funktion och att ingen skada uppkommit på väderskyddet eller volymelementet under transport eller avlastning. Kontrollen utförs i två steg. I steg A kontrolleras emballaget eller väderskyddet, se figur 3.6, sidan 13, och i steg B efter avemballering utförs en kontroll av volymelementet, se figur 3.7, sidan 14.

Mottagningskontrollen dokumenteras med noteringar och foton. Nedan framgår viktiga punkter i mottagningskontrollen:

Steg A – Kontroll vid mottagning:

1. Kontrollera väderskyddet

Undersök väderskyddet på volymelementets alla sidor inklusive ovan- och undersida, så att inga skador förekommer. Kritiska punkter är:

- Där lyftremmar ligger an
- Vid lyftöglor
- Vassa hörn, utstickande beslag, skruv och spik
- Skarvar och överlapp
- Lågpunkter där vatten kan samlas
- Väderskyddets undersida
- Övriga svaga punkter.

Utöver dessa kritiska punkter är det viktigt att leta efter avvikelser. Exempelvis att stående vatten syns i lågpunkten på ett fack men inte på ett annat. Detta skulle kunna bero på en otäthet i emballaget orsakat av exempelvis en fågel, se figur 3.6, sidan 13.

2. Dokumentera mottagningskontrollen

Eventuella avvikelser dokumenteras med foton. Notera på vilket volymelement fotot tagits och var fotot tagits. Avvikelsen fotograferas tillsammans med volymelementets id-nummer. Fotona ska kunna användas för att lokalisera avvikelserna i steg B.

3. Åtgärda skador på väderskyddet

Eventuella skador på väderskyddet eller emballaget ska åtgärdas om dess väderskyddande funktion fortfarande krävs. Vidare är det vid eventuella skador på väderskyddet viktigt att kontrollera så att det inte finns något fritt vatten eller annan uppfuktning innanför väderskyddet som kan ge upphov till en förvärrad skadebild.

Återför dokumenterade avvikelser till tillverkaren för erfarenhetsåterföring och eventuella förbättringsåtgärder. Vid skador på väderskydd som lett till att vatten trängt in så är byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ansvarig för att utvärdera om detta medfört uppfuktning av material som kräver omgående uttorkningsinsatser, se vidare steg B.

Steg B – Kontroll vid avemballering:

Om avvikelser som noterats i steg A, inte hanterats och undersökts omgående vid mottagning kan sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, behöva tillkallas för att bedöma eventuell skadeomfattning. Om avvikelserna medfört att fritt vatten nått volymentelementet och det varit uppfuktat längre tid, kan skadeomfattning vara svårbedömd. Ju snabbare åtgärder vidtas desto bättre förutsättningar finns för att minimera eller i bästa fall helt eliminera eventuella skador.

1. Fuktkvotsmätning

- a. Om ingen avvikelse noterats så görs stickprovsmässig fuktkvotsmätning enligt objektanpassad checklista för mottagningskontroll.

Om montage sker i samband med mottagning, vilket är det vanligaste, så ska även inbyggnadsfuktkvot kontrolleras i samband med mottagningskontrollen. Det innebär en kontroll av att högsta tillåtna projektspecifika inbyggnadsfuktkvot inte överskrider. Vid inbyggnadstillfället ska det även kontrolleras att ytfuktkvoten inte överskrider 18 %.
- b. Om avvikelse noterats i steg A så gör kontrollmätningar av fuktkvot vid punkter som identifierats i steg A. Mät dels materialets ytfuktkvot för att bedöma risken för påväxt, dels på djupet för att bedöma hur djupt uppfuktningen nått och om fortsatt uttorkning krävs.

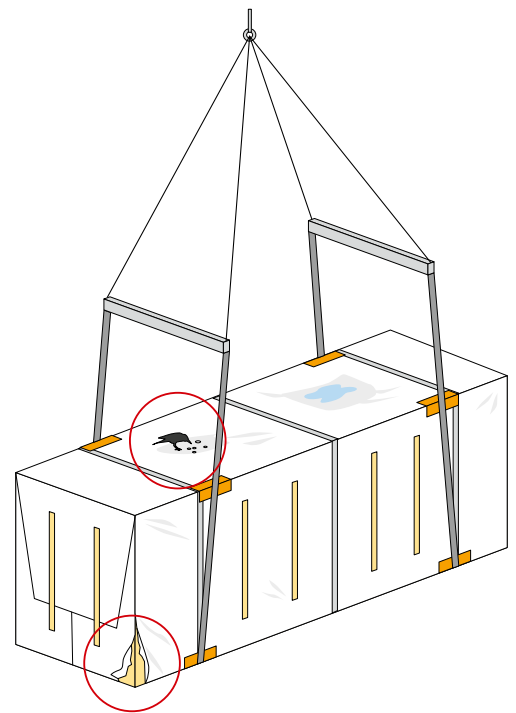
Instruktioner för fuktkvotsmätning finns i avsnitt 7.1, *Fuktkvotsmätning i trä*, sidan 67.

Fuktkvotsmätning kan utföras efter montaget om volymentelementen monteras direkt vid mottagning.

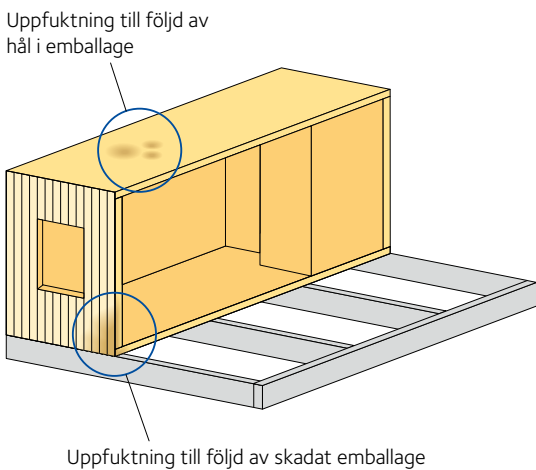
2. Åtgärda eventuell uppfuktning

I de fall förhöjda fuktkvoter uppmäts, ska torkinsatser sättas in skyndsamt. Se kapitel 6, *Åtgärder vid uppfuktning*, sidan 61.

Byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ska avgöra om sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, ska tillkallas för att undersöka uppfuktningen och bedöma erforderliga åtgärder. Det ska noteras att detta kan vara komplext, varför sakkunnig bör kontaktas vid osäkerhet.



Figur 3.6 Exempel på avvikelser vid mottagningskontroll



Figur 3.7 Följ upp eventuella avvikelser som identifierats i steg A efter avemballering

3. Dokumentera kontroll och eventuella åtgärder

Byggentreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ansvarar för att kontrollen och eventuella avvikelser och åtgärder dokumenteras.

I projekt med upp till 20 volymelement kontrolleras och dokumenteras samtliga volymelements fuktstatus. I projekt med större omfattning krävs fortfarande kontroll av samtliga volymelement men det räcker att var femte kontroll dokumenteras förutsatt att ingen avvikelse noterats. Avvikelser ska alltid dokumenteras.

3.3 Tillfällig lagring

3.3.1 Tillfällig lagring av volymelement

I möjligaste mån ska lagring av volymelement utomhus undvikas, eftersom risken för fuktskador till följd av regninläckage, blötsnö eller fuktig utomhusluft är stor. Om projektets produktionsförutsättningar ändå kräver att volymelement lagras tillfälligt på eller i anslutning till byggarbetsplatsen innan montage så finns det flera aspekter att ta hänsyn till vid val av både väderskydd och lagringsplats. Dessutom krävs ett kontrollprogram med regelbundna okulärkontroller och mätningar eller loggning för att minska risken för fuktskador.

I nedanstående lista framgår faktorer att ta hänsyn till vid lagring av volymelement:

- **Markytor** där volymelement och byggmaterial förvaras ska vara hårdgjorda och fria från lågpunkter där vatten riskerar att bli stående.
- Volymelementets emballage ska utföras så **lufttätt** som möjligt för att förhindra att fuktig utomhusluft läcker in. Erfarenhetsmässigt är det viktigt med god lufttäthet i emballaget. Eventuella skador som uppkommer på emballaget ska omedelbart åtgärdas.
- **Täta** vid lyftinfästningar och andra eventuella genomföringar i emballaget eller väderskyddet så att nederbörd inte kan läcka in i volymelementen.
- Volymelement ska placeras med ett **avstånd till mark** på minst 300 mm för att minska risken för att stänk eller rinnande vatten fuktar upp volymen. Avståndet ska också möjliggöra luftväxling i spalten mellan volymelementet och marken.
- Placera volymelementet i **lutning** så att vatten kan rinna av emballaget eller väderskyddet.
- **Kontrollera** regelbundet, minst en gång i veckan, att volymelementens emballage eller väderskydd inte tagit skada under lagringstiden. Eventuella skador i emballaget åtgärdas omgående och dokumenteras. Vid misstanke om att vatten läckt in kontrollera omfattning och lämplig åtgärd vidtas enligt *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.
- Ta hänsyn till utomhusklimatets **årstidsvariationer** så som till exempel sommarens åskskurar, höstens kraftiga vindar och stora nederbörds mängder och höstens och vinterns höga luftfuktighet.

Långtidsförvaring, över två månader, ska i möjligaste mån undvikas. Om omständigheter medför att det ändå sker ska volymelementens fuktillstånd bevakas. Detta görs lämpligen genom loggning av temperatur och relativ luftfuktighet, RF, i volymelementen eller i eventuell lagerlokal. Loggrar i volymelementen kan med fördel monteras redan hos tillverkaren. Loggningsresultatet utvärderas med stöd av information i *tabell 6.1, sidan 63*. Hur stor andel av volymelementen som ska förses med loggar, beror på projektets omfattning.

Vid långtidsförvaring krävs god UV-beständighet i emballaget eller väderskyddet.

3.3.2 Tillfällig lagring av virke

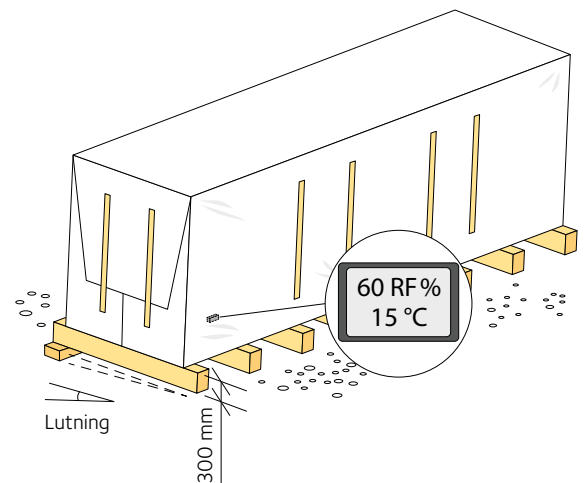
Trä som ska användas inomhus, till exempel lister, golvbrädor och regler, ska lagras i ett väl ventilerat utrymme med inomhusklimat.

Virke för utomhusbruk eller inbyggnad ska lagras skyddat mot nederbörd. Virket ska täckas på sådant sätt att luft kan cirkulera runt om virket så att det inte blir för höga temperaturer eller kondens. Låt band och emballage på virkespaketet sitta kvar så länge som möjligt. Skapa en ventilerad luftspalt mellan virkespaketet och presenningen och se till så att presenningen slutar en bit ovanför marken. Sätt distanserade stöttor eller dylikt kring virkespaketet så att presenningen inte ligger an mot virket någonstans.

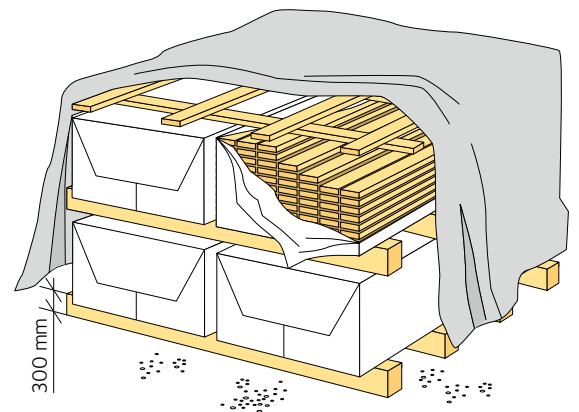
För mer information om hantering av virke se *Hantera virket rätt*.

Om vatten runnit in i virkespaketet måste virket torkas innan det används. Detta görs genom att följa stegen nedan.

1. Bryt virkespaketet och ta bort emballaget.
2. Sortera bort fuktskadat virke.
3. Strölägg virket.
4. Varma årstiden:
 - Skydda virket från nederbörd med topptäckning. Låt sidorna vara öppna så att virket kan torka effektivt.
 - Ställ virket på en öppen plats med möjlighet till god luftcirkulation.
- Kalla årstiden:
 - Låt virket stå inomhus med en byggfläkt.
5. Kontrollera fuktkvoten och ytfuktkvoten innan virket ska användas. Ta vid behov prov med stöd av *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, för mikrobiologisk analys.



Figur 3.8 Lagring av volymelement



Figur 3.9 Lagring av virkespaket

3.4 Förberedelser inför montage

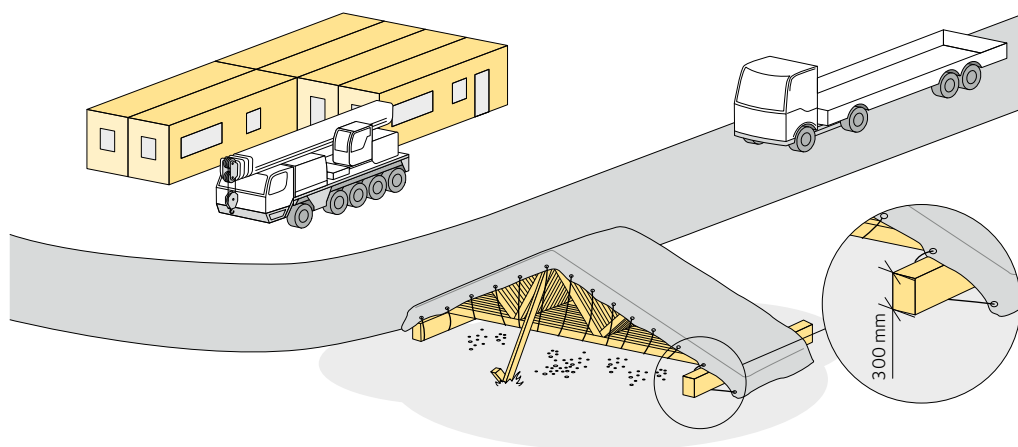
3.4.1 Förberedelser byggarbetsplats

Byggarbetsplatsen ska förberedas med hårdgjorda ytor för att minska risken för nedsmutsning av byggmaterial och byggnad. Det innebär att det ska finnas hårdgjorda ytor för upplag av byggmaterial samt hårdgjorda ytor för vägar, gångar och arbetsytor. Asfalt eller grov makadam är bra underlag, då är risken liten att jord och smuts kan stänka upp. Var dessa ytor är lokaliserade ska tydligt framgå i arbetsdispositionsplanen, APD-planen. Det ska även finnas anvisad plats för avlastning av transporter.

3.4.2 Montageförberedelser grundkonstruktion

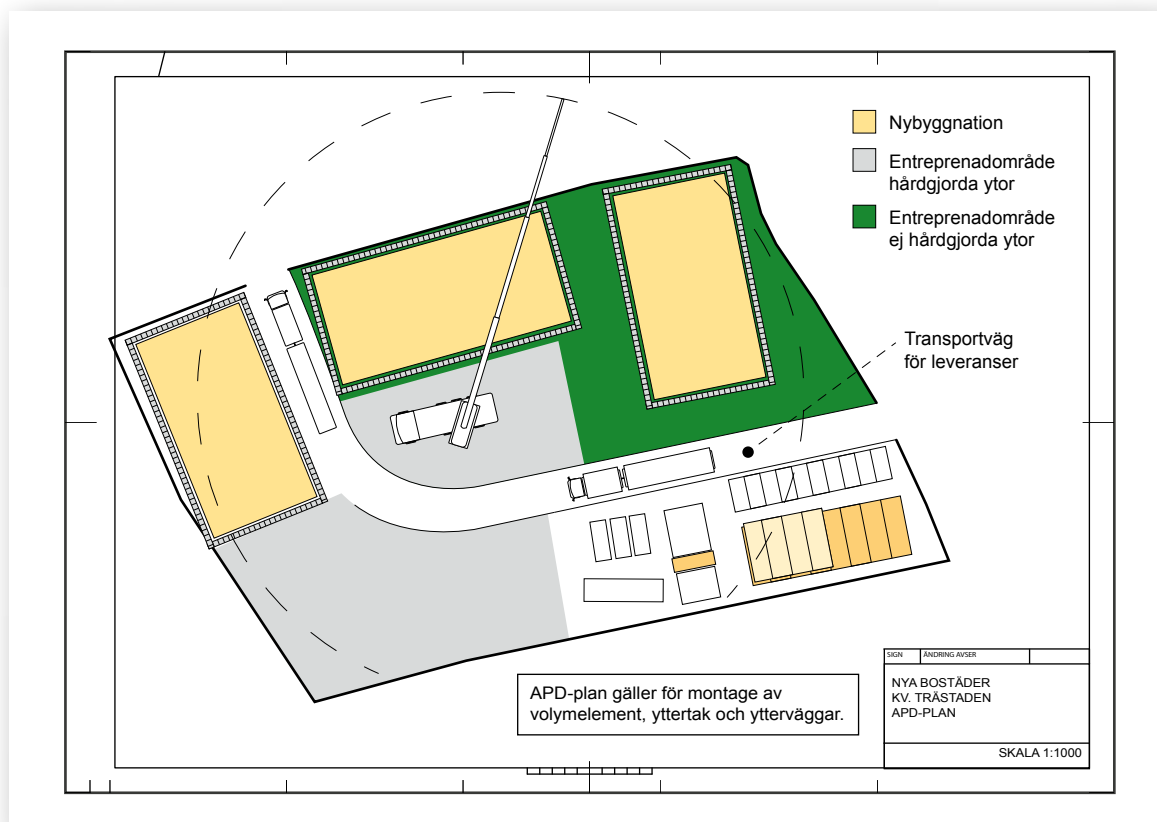
Olika grundläggningsprinciper kräver olika åtgärder men nedan följer några principiella faktorer att ta hänsyn till.

- När volymelementen monteras ska grunden vara fri från stående vatten. Täck grundkonstruktionen vid behov för att undvika att den fylls med snö och regn.
- Förhindra att vatten leds in under redan monterade volymelement, till exempel genom att utforma täta avgränsningar och förhöjningar.
- System för styrning och infästning av volymelementen på grunden ska väderskyddas eller vara av ett material som tål att fuktas upp.
- I vissa grundkonstruktioner måste fuktnivån i grunden kontrolleras och en viss maximal fuktnivå underskrivas innan montage.



Figur 3.10 Utformning av byggarbetsplats

Hårdgjorda ytor såsom asfalt eller grov makadam på byggarbetsplatsen för transport och förvaring av material minskar risk för nedsmutsning.



Figur 3.11 Exempel på en arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan

3.5 Montage

Ett fuktsäkert montage kräver god produktionsplanering, flera förberedelser och ett bra väderskyddssystem. Vid montaget är risken extra stor för att eventuell nederbörd ska fukta upp känsliga material som till exempel tapet eller parkettgolv eller nå fuktkänsliga delar i konstruktionen som är svår att torka ut. Konsekvenserna riskerar därmed att bli stora om det saknas beredskap för att hantera nederbörd och eventuell uppfuktning under montaget. Därför måste montaget planeras utifrån den väderlek som det accepteras att montage sker vid. Dessutom måste det alltid finnas en plan för hur en oväntad vädersituation ska hanteras och beredskap för hur en eventuell uppfuktning ska hanteras.

Hög prefabriceringsgrad har många fördelar, som exempelvis snabbt montage och därmed minskad exponeringstid för möjlig nederbörd, men medför också att det kan bli stora konsekvenserna vid en eventuell uppfuktning. Det kan vara svårt att bedöma omfattningen av en uppfuktning vid hög prefabriceringsgrad, eftersom det mesta är inbyggt.

Oavsett vilket väderskyddssystem som används så måste det appliceras på ett sätt så att den nederbörd som träffar väderskyddet leds bort och inte kan tränga in i konstruktionen. När det gäller montage av volymelement finns generellt sett kritiska punkter i framför allt horisontella och vertikala skarvar mellan volymelementen där vatten lätt kan tränga in.



Montage av volymelement.

3.5.1 Skydd mot nederbörd

Här följer rekommendationer för hur volymelementen kan skyddas från nederbörd under montage. Vägledningen utgår ifrån risken för att det ska falla nederbörd under montaget och den mängd nederbörd som montaget ska kunna hantera. Nederbörd beskrivs som nederbördsintensitet och utgår ifrån Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI:s subjektiva klassificeringsmodell av nederbördsintensitet med klasserna lätt, måttlig och stark. *Se avsnitt 8.4, Fördjupning nederbördsintensitet, sidan 83, för vägledning och definition.*

Montage vid stark nederbördsintensitet ska inte ske. Montage vid annan nederbördsintensitet planeras utifrån följande anvisningar.

Generella råd:

- Byggdagbok ska skrivas som dokumenterar vädret såsom nederbörd. En regnmätare är ett bra hjälpmedel för detta.
- Vädterskyddslösning, utrustning och rutiner för att snabbt hantera plötslig nederbörd ska finnas på byggarbetsplatsen, även kvällar och helger.
- På byggarbetsplatsen ska det finnas personal som kan montera vald vädterskyddslösning.
- Våtdammsugare, gummiskrapor, skyfflar och sågspån för uppsugning av vatten ska finnas på byggarbetsplatsen.
- För att avlägsna lössnö kan lövblås användas.
- Det ska alltid finnas en person på byggarbetsplatsen som har befogenhet att fatta beslut om montaget ska avbrytas på grund av väderomslag.
- Vädterskyddande åtgärder ska vidtas omgående vid väderomslag eller misstanke om väderomslag.
- Montage ska pågå tills huset är vädertätt eller till planerat avbrott. Vid planerat avbrott såsom etappindelad montage vädterskyddas känsliga delar av volymelementen tills montage av nästa etapp.
- Kalibrerad elektrisk resistansfuktkvotsmätare med isolerade hammarelektroder, och person som kan hantera mätinstrumentet, ska finnas på byggarbetsplatsen.
- Högsta tillåtna inbyggnadsfuktkvot och ytfuktkvot, enligt projektspecifika krav, ska vara dokumenterade och kontrolleras vid montage. Saknas projektspecifika uppgifter kan 16 % inbyggnadsfuktkvot och 18 % ytfuktkvot ses som riktvärden.
- Om högsta tillåtna ytfuktkvot eller inbyggnadsfuktkvot överskrids i samband med montage ska följande utvärderas och vid behov lämpliga åtgärder vidtas, *se även kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*. Utvärderingen ska dokumenteras och biläggas projektets fuktsäkerhetsdokumentation.
 - Risk för mikrobiell påväxt.
 - Risk för formförändringar som påverkar funktionen som exempelvis svällning i underlagsspont.
 - Risk för övrig påverkan som kan påverka funktion och säkerhet.
- Dokumentation och uppföljning krävs i samband med montage. Detta kan bestå av fuktmätningar, fuktronder eller loggande fuktmätningar med monterade fuktgivare.

3.5.2 Val av vädterskyddslösning

Vid val av åtgärder för skydd mot nederbörd under montage så finns principiellt två vägar att gå. Antingen så tillåts montage endast vid uppehållsväder eller så tillåts montage även vid viss nederbörd varpå erforderliga åtgärder vidtas för att skydda byggnaden och byggnadsmaterial mot nederbörd. I sammanhanget har tiden för montaget

fram till väderskyddad byggnad ofta stor betydelse där ett snabbt montage minskar exponeringstiden för potentiell nederbörd. I förlängning ställer det krav på en väl utvecklad och fungerande logistik kring montaget.

Montage som förutsätter uppehållsväder

Om väderprognosen visar uppehållsväder från montagestart fram till det att huset är väderskyddat kan enklare väderskyddslösning accepteras.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Det ska vara möjligt att flytta första montagedagen med kort varsel. Fram till 24 timmar före montagestart ska det vara möjligt att flytta första montagedagen på grund av väderprognos som visar förväntad nederbörd.
- Även om nederbörd inte förväntas måste väderskydd, utrustning och rutiner inklusive arbetsberedning finnas till hands för att snabbt kunna vädersäkra byggnadskonstruktionen och skydda fukt känsliga delar och material om det kommer nederbörd, trots prognos om uppehållsväder.
- Väderskyddande åtgärder ska inte ta mer än 60 minuter att montera.

Montage som kan hantera lätt nederbördsintensitet

Om väderprognosen visar förekomst av lätt nederbördsintensitet under perioden från montagestart till det att huset är väderskyddat krävs väderskyddande åtgärder för att hantera nederbörden.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Volymelement levereras från tillverkaren med heltäckande väderskydd som nyttjas under montaget. Väderskyddet ska vara utformat så att anslutningspunkter eller -ytor mellan volymelement, mot yttertak eller andra kompletterande konstruktioner inte behöver vara frilagda mer än 10 minuter i samband med montage.
- Vatten ska ledas bort från frilagda ytor i samband med montage och vattenansamlingar undvikas.

Montage som kan hantera måttlig nederbördsintensitet

Ett montage av volymelement som ska kunna hantera måttlig nederbördsintensitet ställer höga krav på väderskyddslösningen. Då volymelement ofta är tunga och stora är metoden av praktiska skäl inte så vanligt förekommande.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Väderprognosen ska inte visa på förekomst av stark nederbördsintensitet under perioden från montagestart till det att huset är väderskyddat. Montage vid stark nederbördsintensitet ska inte ske.
- Volymelement levereras från tillverkaren med heltäckande väderskydd som nyttjas under montaget. Väderskyddet ska vara utformat så att anslutningspunkter eller -ytor mellan volymelement, mot yttertak eller andra kompletterande konstruktioner ska vara täckta eller på annat sätt skyddade från nederbörd i samband med montage.
- Extra vikt läggs vid dokumentation och uppföljning i samband med montage. Detta kan bestå av momentana fuktmätningar, fuktronder och loggande fuktmätningar med monterade fuktgivare.



Figur 3.12 Exempel på lämplig sektionsindelning av byggnaderna för planering av etappindelad montage

- Dag 1
- Dag 2
- Dag 3
- Dag 4
- Dag 5

3.5.3 Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage

Samtliga exempel på åtgärder i detta avsnitt förutsätter en väl utförd produktionsplanering, se avsnitt 3.1, *Produktionsplanering*, sidan 9.

Etappindelad montage

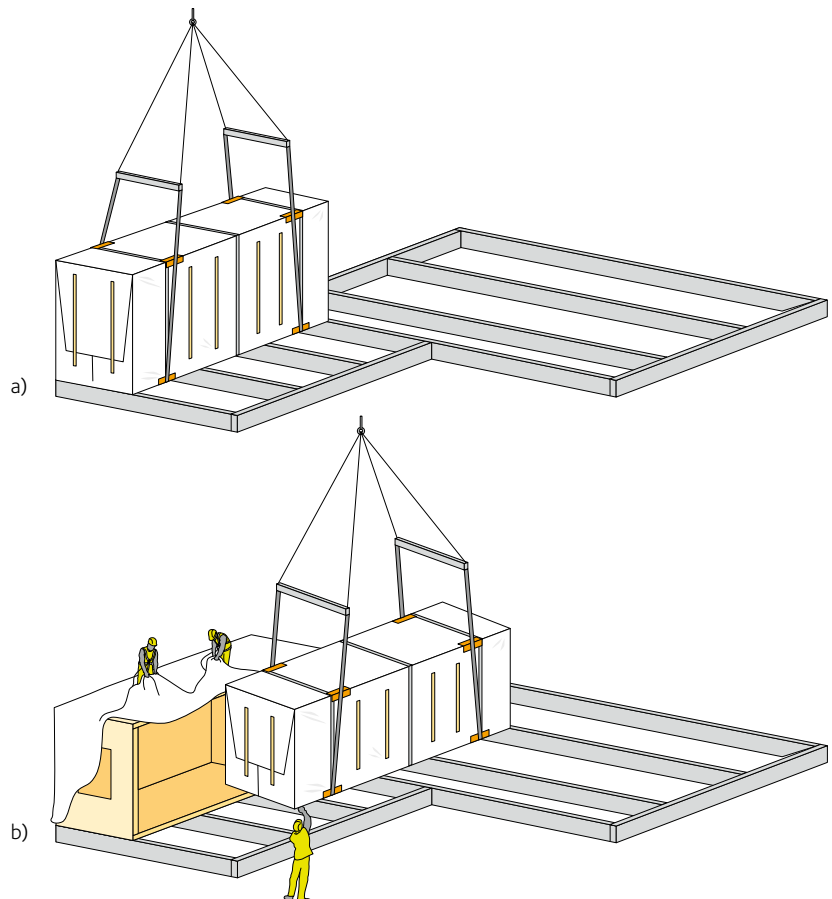
Dela in byggnaden i mindre sektioner och etappindela montage så att varje montagedag avslutas med vädertätt tak på monterade sektioner, se figur 3.12. Det är viktigt att sektionernas storlek anpassas efter leverans- och montagekapaciteten i projektet. Denna montagestrategi ger möjlighet till att minska tiden under montage då oskyddade delar av volymelementen riskerar att utsättas för nederbörd. Montagestrategin ska kombineras med åtgärder för att väderskydda de eventuella sidor av monterade volymelement som efter sektionens färdigställande saknar färdigt klimatskal samt vid behov även grundkonstruktionen.

Reservdagar för montage

Ha reservdagar med i planeringen så att det blir möjligt att hantera oförutsedda störningar i montage utan att tidplanen havererar.

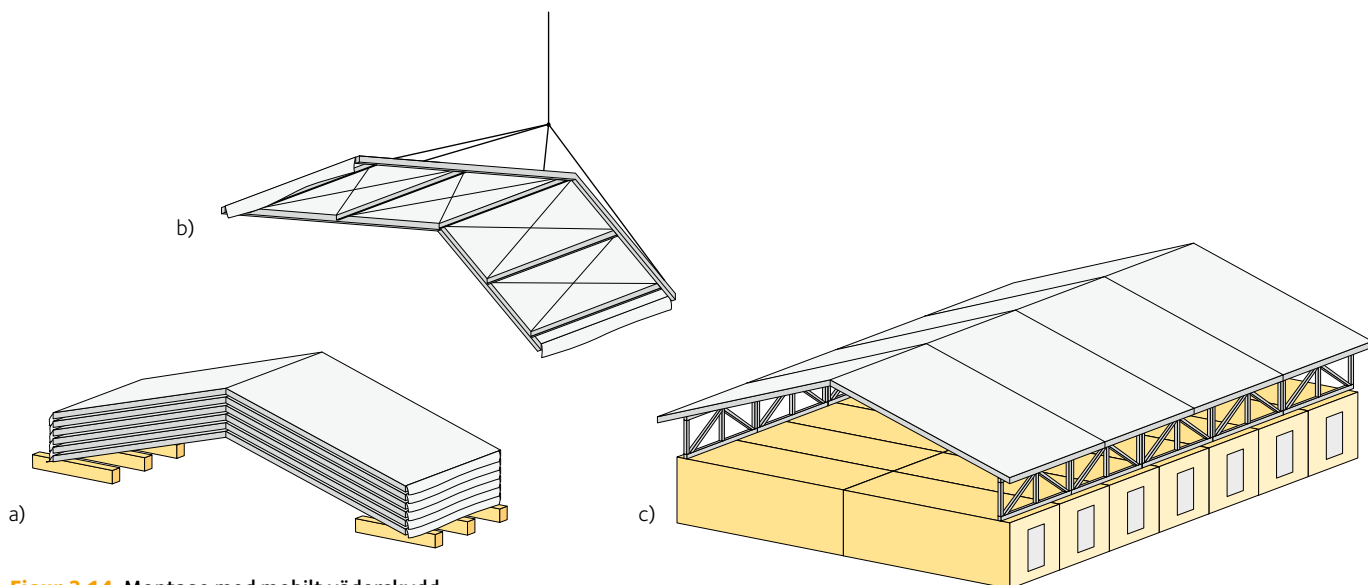
Montage med kvarsittande transport- och väderskydd

Montera volymelementen med kvarsittande transportskydd och nyttja detta som väderskydd under montage. Transportskyddet utformas så



Figur 3.13 Väderskyddet från transporten nyttjas under montage

- a) Första volymelementet lyfts på plats med emballage fortfarande monterat.
- b) Avemballering sker i samband med att nästkommande volymelement monteras.



Figur 3.14 Montage med mobilt väderskydd

- a) Takkonstruktion i sektioner som lagras på hårdgjord yta.
 b) Lyft av tillfälligt väderskydd.
 c) Tillfällig takkonstruktion på plats.

att volymelementen kan lyftas på plats med transportskyddet kvar tills sammanslagningen av volymelementen, se figur 3.13, sidan 20. I det skedet friläggs anslutningspunkterna och volymelementet lyfts på plats. Horisontella och vertikala skarvar och anslutningar mellan volymelementen tätas så att vatten inte kan ledas in i konstruktionen. Genom detta förfarande kan tiden hållas kort då fukt känsliga konstruktionsdelar är oskyddade. Denna metod har framförallt tillämpats i mindre byggnader.

Montage med mobila väderskydd

Använd mobila väderskydd, som kan skydda mot nederbörd mellan montageperioderna. Det mobila väderskyddet kan exempelvis bestå av en stålram med uppspänd duk, se figur 3.14. Utforma det mobila väderskyddet så att regnvatten leds bort och inte rinner på utsidan av volymelementen. Det kan till exempel utföras med väl tilltagna takutsprång eller tillfälliga rännor och vattenavledningar.

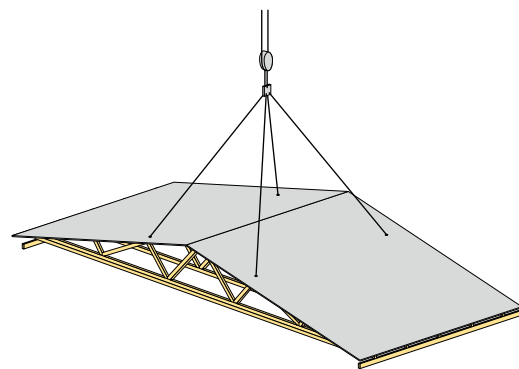
Färdig takkonstruktion som väderskydd

Vid montage av volymelement kan byggnadens yttertak prefabriceras för att kunna nyttjas som väderskydd, se figur 3.15. Takkonstruktionen lyfts då av i samband med montage respektive på i samband med nederbörd eller uppehåll i montage fram till att byggnadens samtliga våningar monterats. **Observera** att metoden ställer höga krav på takkonstruktionens stabilitet då lyften ger särskilda påfrestningar. Metoden kräver också att byggarbetsplatsen har stora upplagsytor och att takkonstruktionen ställs på för ändamålet avsedda upplag minst 300 mm ovanför mark. I de fall taket är uppdelat i flera takkassetter ska skarvar mellan dessa utformas så att vatten inte kan ta sig in i konstruktionen.

Höj- och sänkbart heltäckande väderskydd

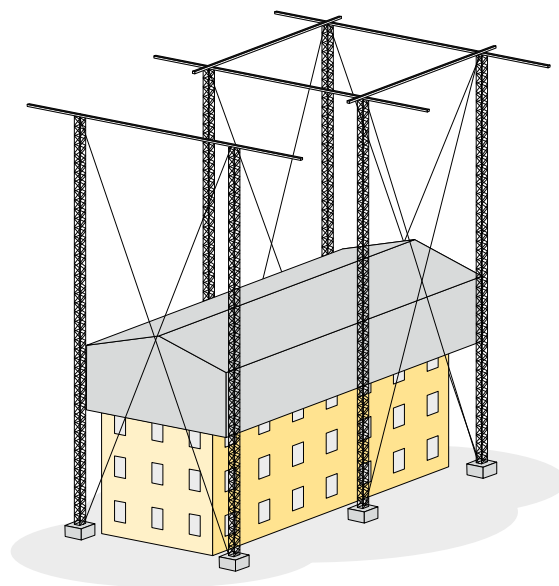
För högre byggnader kan ett höj- och sänkbart heltäckande väderskydd användas, se figur 3.16.

Se även Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF-rapporten Väderskydd – en lathund för entreprenören, ID 13499.

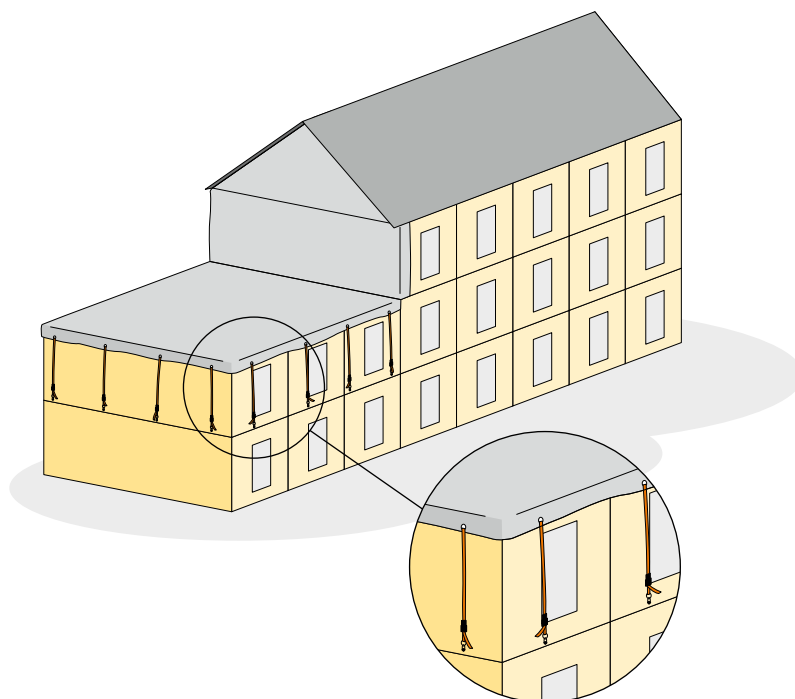


Figur 3.15 Färdig takkonstruktion

Genom att prefabricera den färdiga takkonstruktionen kan denna nyttjas som väderskydd under montaget. Viktigt är att takkonstruktionen utformas för att klara upprepade lyft.

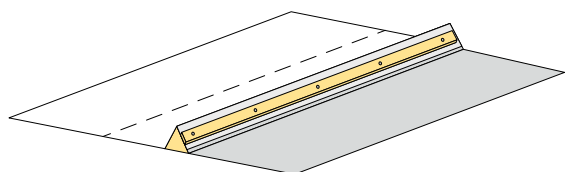


Figur 3.16 Exempel på montage med höj- och sänkbart heltäckande väderskydd



Figur 3.17 Tillfälligt väderskydd vid oväntat väderomslag

Vid plötslig oväntad nederbörd, då ett montage behöver pausas, kan ännu inte färdigställd sektion tillfälligt skyddas enligt bild.



Figur 3.18 Horisontella skarvar

Horisontella skarvar i väderskydd är en kritisk punkt och ska om möjligt undvikas. Där horisontella skarvar är oundvikligt kan följande skarvprincip tillämpas.

- Skarven placeras i högläge genom att tillverka en tresidig låda.
- Presenningar ska överlappa varandra och skarven ska säkras mot vindlast exempelvis med en klämlist.

Skydd av ändträ

Ändträ som kan komma att bli exponerat under montaget och sedan byggas in, kan med fördel förses med kapillärbrytande skikt för att förhindra snabb uppfuktning genom kapillärsugning. Detta kan exempelvis åstadkommas genom att montera en duk, tejp eller applicera vax på ändträet. Det kapillärbrytande materialet får inte påverka verkets kritiska fuktillstånd negativt. Ta även hänsyn till risken för att förseglingen av ändträet kan försvåra uttorkning.

Öppna skarvar mellan volymelement som tillåter uttorkning

Utforma skarvar mellan volymelement med luftspalt som möjliggör forcerad uttorkning i skarven med torr luft i det fall att material trots andra vidtagna åtgärder blivit fuktigt. Luftspalten kan skapas med hjälp av distansklossar men det krävs att lösningen projekteras så att byggnadens tekniska funktionskrav inte äventyras.

Tillfälligt väderskydd vid oväntat väderomslag

Som tillfälligt väderskydd vid ett snabbt oväntat väderomslag kan kraftig presenning spännas fast över volymelementen, se figur 3.17. Presenningen bör läggas med lutning och säkerställd vattenavledning. Det är viktigt att vatten leds bort från väderskyddet utan att vatten leds in i angränsande konstruktionsdelar eller rinner längs sidan på volymelementen. Detta är en tillfällig väderskyddslösning som ska gå snabbt att installera.



3.5.4 Uttorkning av byggfukt

Några kortfattade tumregler

- Höst, vinter och vår: Värme plus omblandande fläktar plus ventilation.
- Sommar: Avfuktning eller kraftig ventilation.
- Lufttäta och isolera före uttorkning startas. Extra viktigt vid uttorkning med hjälp av värme då risk annars finns för fuktskador.
- Har vatten läckt in i en sluten byggnadsdel behöver konstruktionen friläggas för att möjliggöra uttorkning.
- Ju snabbare uttorkningen startar, desto mindre risk för fuktskador.
- Mät torkklimatet för att kunna styra det.
- En millimeter nederbörd ger en liter vatten per kvadratmeter.
- Vid uttorkning av en betongplatta avges mycket fukt till byggnaden som kan kräva extra uttorkningskapacitet.

För att uttorkning ska ske krävs ett bra uttorkningsklimat efter tätt hus. Uttorkningen bör startas upp så fort som möjligt efter att klimatskalet är isolerat och lufttätt. Vad som är lämpligt uttorkningsklimat och hur man skapar detta beror framför allt på årstiden och hur fuktig byggnaden är. Generella tumregler för lämpligt uttorkningsklimat att sträva mot är att relativa luftfuktigheten, RF, inte bör överstiga 60 % och lufttemperatur bör minst vara 18 °C. Vid låg utomhustemperatur kan dock 18 °C vara för varmt och skapa problem med deformationer och sprickor i byggmaterial som torkar för snabbt. Vid låg utomhustemperatur kan det vara mer lämpligt att sikta på cirka 10 °C högre lufttemperatur än utomhustemperaturen, dock inte lägre än 10 °C.

När ett styrt uttorkningsklimat sätts igång bör klimatet förändras successivt under några dagar till önskat uttorkningsklimat uppnås. För snabb ändring av klimatet, såsom temperatur och relativ luftfuktighet, RF, kan resultera i skador i form av till exempel torksprickor eller virke som vrider sig. Här är det viktigt att leverantörens rekommendationer följs.

Ett lufttätt klimatskal är en förutsättning för att skapa en bra torkmiljö. Men om det som ska torkas finns i klimatskalet behöver det aktuella området friläggas för att kunna torkas, se även *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*. Är inte byggnaden lufttät blir alla insatser utspädda med utomhusluft och hela torkmiljön blir mycket känslig för anblåsning av vind utifrån. Vid lufttöta byggnader kan därför energibehovet för torkklimatet bli orimligt stort stora delar av året. Dessutom är klimatskalet lufttätthet viktig för att förhindra att fuktig luft läcker ut i kalla delar av byggnadskonstruktionen och fuktar upp dessa delar. Av denna anledning är lufttättheten i bjälklaget mot vinden eller i övre delar av höga byggnader extra viktig eftersom termisk drivkraft, så kallad skorstensverkan, gör att varm luft vill stiga uppåt i byggnaden och riskerar att läcka ut på till exempel vinden och kondensera.

Mer information om uttorkning finns i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

Här följer ett antal punkter att ta hänsyn till för att skapa ett bra uttorkningsklimat:

- **Tillfälliga klimattätningar** — Om montage av volymentelementen kräver etappvis uppförande under mer än en vecka, ska möjlighet till installation av tillfälliga klimattätningar finnas som ger förutsättningar för att kunna uppnå uttorkningsklimat i redan monterade volymentelement.

- **Avfuktning** – Ta hänsyn till rådande temperatur vid eventuell avfuktning. Vid låga temperaturer är sorptionsavfuktare mer effektiva än kondensavfuktare.
- **Säkerställ uttorkningsklimatet i hela byggnaden** – Uttorkningsklimatet ska uppnås i hela byggnadens volym, vilket kan kräva god luftomblandning och/eller flera värmekällor eller avfuktare som placeras på olika ställen.
- **Friläggning** – Om uppfuktning skett vid montaget av volym-element kan lokal avfuktning med friläggning krävas omgående, vilket beskrivs under *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.
- **Loggning** – Uttorkningsklimatet bör loggas på kritiska positioner. Kritiska positioner bedöms projektspecifikt. Uttorkningsklimatet kontrolleras i samband med fuktrond av byggtreprenören (fukt-säkerhetsansvarig produktion) och vid eventuella avvikelser kontaktas sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fukt-sakkunnig, för bedömning av lämplig åtgärd.
- **Lufttäthet** – Under uttorkningstiden är lufttäthet mot vind- och takkonstruktion extra viktig eftersom där är risken extra stor för att fuktig luft ska läcka upp och orsaka fuktskador genom så kallad fuktkonvektion.
- **Undvik kalla ytor** – Under uttorkningstiden kan fuktig luft kondensera på ytor som är kalla. Därför är det viktigt att klimatskalet är isolerat.

Byggvärme eller avfuktning?

På vintern används lämpligast värme i kombination med ventilation för att torka ut material och konstruktioner. När temperaturen i materialet höjs, släpper materialet ifrån sig fukt. Ju högre temperatur, desto snabbare uttorkning. Man kan dock inte höja temperaturen för snabbt. Det kan leda till problem som till exempel att virke spricker. Det är viktigt att den varma och fuktiga luften leds ut ur byggnaden utan att passera kallare utrymmen där den fuktiga luften riskerar att kondensera såsom till exempel på kallvindar.

Sommartid används lämpligen avfuktare för att torka ut material. När avfuktaren sänker den relativa luftfuktigheten, RF, i luften så kommer fukt i det fuktiga materialet att vandra ut till den torrare luften för att utjämna skillnaden. När skillnaderna mellan mängden fukt i materialet och mängden fukt i den omgivande luften minskar stannar uttorkningsprocessen av. Tänk på att kondensvatten måste ledas till brunnar alternativt att varm avfuktad luft leds direkt ut ur byggnaden.

För att avfuktningen ska fungera effektivt ska klimatskalet vara lufttätt. Om ett enskilt utrymme ska uttorkas behöver alla fönster, dörrar och andra öppningar lufttätas. Om det uttorkade området behöver beträdas under tiden som uttorkningen pågår, monteras tillfälliga öppningar som kan förslutas direkt efter passage.

Observera att avfuktningen endast når de delar som är innanför en diffusionsspärren, till exempel plastfolien i klimatskalets väggar och tak. Om regelverk utanför denna plastfolie är fuktig behöver uttorkningsklimat ordnas även här. Under produktion är det viktigt att ha kontroll på hur luften rör sig i byggnaden, det vill säga hur byggnadens tryckbild ser ut. Luft från utrymmen under uttorkning får exempelvis inte ledas ut till trapphus, schakt med mera, eftersom luften då kan ta sig vidare och fukta upp andra utrymmen. Under uttorkning är det därför viktigt att lufttäta och/eller med hjälp av fläktar säkerställa att luften inte tar oönskade vägar.



Pågående uttorkning av frilagt bjälklag.



Mätning av fuktkvot.

3.6 Kontroll vid uppfuktat volymelement

Vid konstaterad uppfuktning av volymelementet ska de generella punkterna under *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, gås igenom. Nedan följer några specifika råd för volymelement vid mätning av fuktkvot efter konstaterad uppfuktning. Råden är uppdelade beroende på hur volymelementet uppfuktats.

Uppfuktning genom fritt vatten:

1. Frilägg det regelfack som uppfuktningen skett vid och undersök om uppfuktningen kan ringas in inom facket.
2. Mät dels yfuktkvot och dels fuktkvot i djupet på virkesprofilen.
3. Om uppfuktningen inte kan ringas in, arbeta vidare till nästa fack i den riktning vattnet kan ha transporterats. Hittas uppfuktningen i ett regelfack i väggen, bör exempelvis bjälklaget under väggen kontrolleras, så att vatten inte runnit vidare.

Uppfuktning genom fuktig luft:

Om volymelementet uppfuktats av fuktig luft kan det vara svårt att avgöra hur långt in i virket uppfuktningen nått. Då behöver fuktkvoten kontrolleras på flera djup genom hela virkesprofilen i konstruktionen.

1. Mät yfuktkvoten på virket i volymens konstruktion på volymens in- och utsida.
2. Mät fuktkvoten på olika djup i virkesprofilen genom att slå i stiftet en bit i taget.
3. Om volymelementet uppfuktats av fuktig luft, kan uppfuktningen sannolikt inte ringas in, utan flera mätpunkter krävs i hela volymelementet.

Planelement

Med planelement avses prefabricerade plana byggelement som vanligtvis är reglade, det vill säga byggelement bestående av golv-, vägg- eller takelement som byggs ihop hos tillverkaren och bildar plana element. Planelementen fraktas sedan ut till byggarbetsplatsen och monteras samman till en byggnad.

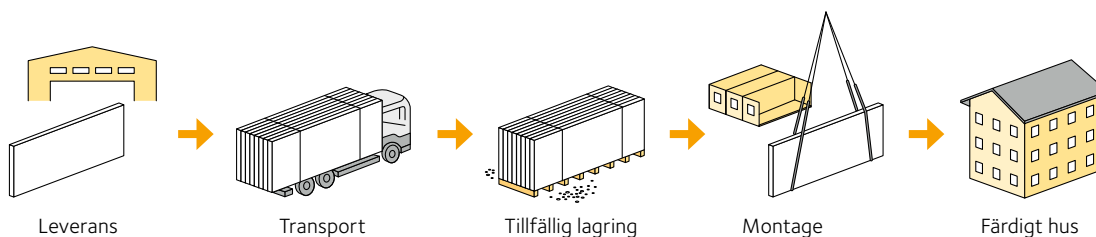
Prefabriceringsgraden av planelement kan variera. Det kan vara väggar och golv med samtliga materiallager monterade eller planelement av enbart väggregelstomme.

4.1 Produktionsplanering

En fuktsäker träbyggnadsproduktion förutsätter att en väl genomförd produktionsplanering utförs som även omfattar fuktsäkerhet. Det är många faktorer som påverkar förutsättningarna för byggentreprenören att åstadkomma ett fuktsäkert montage av planelement. Utöver logistik och förutsättningarna för ett snabbt montage, som är några av de viktigaste aspekterna, spelar det även in hur väl produktionsaspekter har beaktats i fuktsäkerhetsprojekteringen. Därför är det viktigt att byggentreprenören sätter sig in i dessa förutsättningar och planerar produktionen utifrån detta. Det innebär bland annat att byggentreprenören måste identifiera, värdera och hantera fuktrelaterade risker ur produktionssynpunkt. Bristfälligt utförd produktionsplanering kan till exempel leda till oplanerade avbrott i arbetsflödet som i sin tur kan påverka fuktsäkerheten negativt.

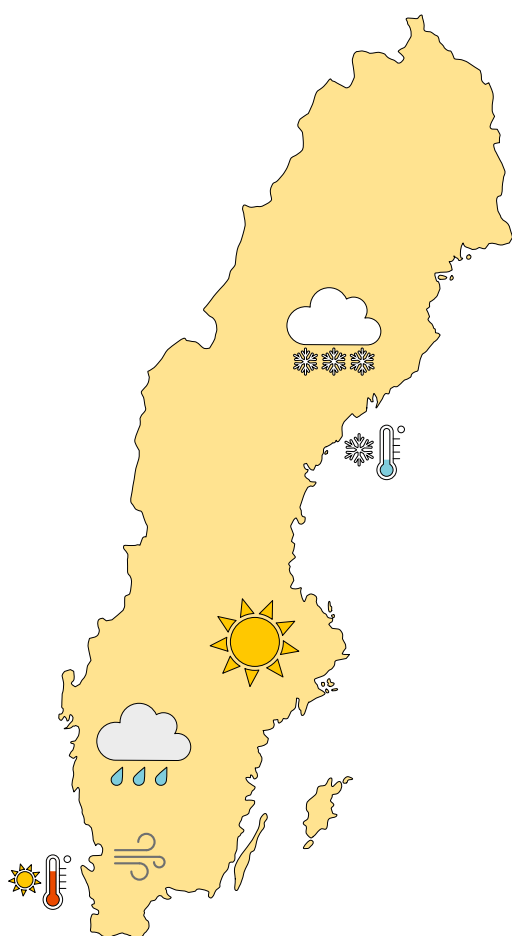
Resultatet av produktionsplaneringen med hänsyn till fuktsäkerhet ska redovisas och dokumenteras. För projekt som följer ByggaF görs detta i fuktsäkerhetsplanen. Här ska byggentreprenören redovisa de aktiviteter, moment och kontroller som ska utföras för att säkerställa en fuktsäker byggprocess inklusive säkerställa att samhällets och byggherrens krav på fuktsäkerhet uppfylls. Byggherrens krav framgår av fuktsäkerhetsprogrammet eller fuktsäkerhetsbeskrivningen i projekt som följer ByggaF.

Här följer exempel på viktiga punkter som ska hanteras när projektets fuktsäkerhetsplan och arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan, upprättas.



Figur 4.1 Planelement – från tillverkning till färdigt hus

- 4.1 Produktionsplanering 27
- 4.2 Transport och mottagning 29
 - 4.2.1 Väderskydd under transport 29
 - 4.2.2 Branschens exempel på emballering och väderskydd under transport och avlastning 30
 - 4.2.3 Fuktkontroll vid mottagning och avemballering 30
- 4.3 Tillfällig lagring 32
 - 4.3.1 Tillfällig lagring av planelement 32
 - 4.3.2 Tillfällig lagring av virke 33
- 4.4 Förberedelser inför montage 34
 - 4.4.1 Förberedelser byggarbetsplats 34
 - 4.4.2 Montageförberedelser grundkonstruktion 34
- 4.5 Montage 35
 - 4.5.1 Skydd mot nederbörd 36
 - 4.5.2 Val av väderskyddslösning 36
 - 4.5.3 Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage 38
 - 4.5.4 Uttorkning av byggfukt 42
- 4.6 Kontroll vid uppfuktat planelement 44



Figur 4.2 Väderkarta

Väderförutsättningarna kan vid samma årstid variera kraftigt beroende på var i landet man befinner sig.

Transporter

- **Väderskydd** – Ta hänsyn till transportsättet och utforma väderskyddet efter förutsättningarna.
- **Framkomlighet** – Ta hänsyn till framkomligheten för transporter och behov av omlastning.
 - Vilka eventuella behov finns för omlastning och finns i så fall utrymme för detta?
 - Finns risk för vinterväglag som kräver snöröjning och halkbekämpning på eller i anslutning till byggarbetsplatsen?
 - Vid vilka tider på dygnet är det möjligt med transporter till och från byggarbetsplatsen?
- **Avlastning** – Ta hänsyn till krav på fuktsäkerhet vid avlastning på byggarbetsplatsen.
 - Identifiera och förbered plats för avlastning.
 - Finns behov av förstärkt emballage eller väderskydd?
 - Krävs väderskyddad avlastningszon på byggarbetsplatsen?
- **Flexibilitet i transporttider** – Ta hänsyn till att flexibilitet i transporttider kan krävas på grund av väderomslag.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Byggarbetsplatsen

- **Hårdgjorda ytor** – Finns hårdgjorda ytor för till exempel transporter och omlastning eller mellanlagring?
- **Direkt montage från lastbil** – Undersök förutsättningarna för snabbt montage direkt från lastbil.
- **Mellanlagring** – Finns möjlighet till kortvarig fuktsäker omlastning eller mellanlagring i samband med montage?
- **Byggarbetsplatsens omgivning** – Ta hänsyn till byggarbetsplatsens omgivning – exempelvis trång stadsmiljö eller svårtillgänglig terräng.
- **Väderförutsättningar, geografisk position** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till dess geografiska position – kustnära, vindutsatt eller andra tuffa förhållanden? Se figur 4.2.
- **Väderförutsättningar, årstid** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till årstiden?
- **Lyftkapacitet** – Hur många lyft av planelement och annat material kan byggarbetsplatsens utformning och övriga förutsättningar hantera per dag? Uppskatta lyftkapaciteten och ta med denna uppgift som underlag vid eventuell etappindelning.
- **Etappindelning** – Finns möjlighet och behov av att etappindela montaget för att minska tiden som oskyddade delar riskerar att utsättas för nederbörd? Upprätta i så fall en montageplan med etappindelning. Exempel på faktorer, förutom byggnadens geometri, att ta hänsyn till vid bestämning av etappstorlek är byggarbetsplatsens utformning samt risk för vindpåverkan och nederbörd.
- **Uttorkning av byggfukt** – Planera och upprätta en plan för uttorkning av byggfukt.
- **Kontrollmätningar av fukt** – Planera och upprätta en plan för fuktmätningar.
- **Tid- och resursplanera fuktsäkerhetsarbetet** – Planera fuktsäkerhetsarbetet och lägg in aktiviteter i tidplanen för uttorkning av byggfukt och fuktkontroller så som till exempel mottagningskontroll och kontroll av inbyggnadsfuktkvoter.

- **Leverans, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för kommunikation mellan byggarbetsplats, transportör och tillverkare så att leveranser kan stoppas eller pausas vid oplanerat avbräck i montage, till exempel på grund av besvärligt väder eller tekniskt strul.
- **Tillverkare, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för uppföljning och kommunikation mellan tillverkare och byggarbetsplats för erfarenhetsåterföring och hantering av avvikelser. Exempelvis för att hantera byggfel, transportskador eller ett identifierat behov av förstärkt transportskydd.
- **Utanför ordinarie arbetstid** – Beredskap för hantering av fukt-säkerheten på byggarbetsplatsen utanför ordinarie arbetstid.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Produktionsplaneringen ska skapa förutsättningar för ett fuktsäkert montage. De flesta fuktsäkerhetsåtgärder under montageskedet kräver produktionsplanering och förberedelser. *Se avsnitt 4.5.3, Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage, sidan 38.*

4.2 Transport och mottagning

4.2.1 Väderskydd under transport

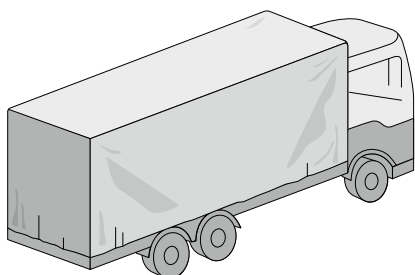
Planelement ska skyddas från nederbörd och smuts under transport med hjälp av väderskydd som motstår nederbörd i kombination med det lufttryck på grund av fartvind som skapas under transporten. Höga lufttryck vid transport kan i kombination med regn leda till att vatten tar sig in genom otätheter eller bristfälligt utförda överlapps-skarvar i väderskyddet. Den nedsmutsning som otillräckligt väderskydd orsakar kan medföra direkta skador och även försämra materialets förmåga att stå emot fukt och mikrobiell påväxt. Därför kan väderskydd behövas även vid transporter där det inte förekommer nederbörd.

Här följer viktiga punkter att beakta vid utformning av väderskydd för planelement under transport:

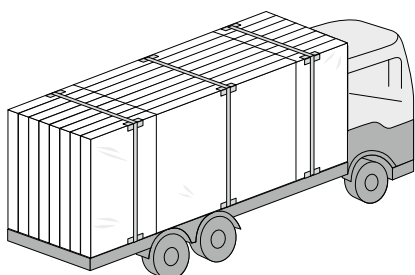
- **Skarvar, överlapp och veck** i väderskyddet ska inte leda in vatten vid transport och lagring. Ta hänsyn till vindpåverkan i samband med transport.
- Väderskyddet ska skydda planelementet från **stänk och smuts** under transport, mottagning och mellanlagring. Detta gäller planelementets alla sidor.
- **Förstärk väderskyddet** vid behov för att undvika till exempel **nötning** av väderskyddet på grund av stänk från grus och smuts under transport samt skav från lastsäkringsdon och distanser mellan sammanpackade planelement.
- Väderskyddet ska inte sitta löst, fladdra eller riskera att dras sönder under transport. Ta hänsyn till **fartvind vid transport**.
- **Vassa hörn, kanter** och liknande ska skyddas eller förstärkas så de inte riskerar att skära hål på väderskyddet.
- **Lyftremmar och lyftöglor eller lyftpunkter** ska vara utformade så att de inte leder in vatten i planelementet eller ger upphov till skav eller andra otätheter på planelementets väderskydd.
- Ha rutinmässig **mottagningskontroll** som återförs direkt till tillverkaren för att möjliggöra förbättringsåtgärder.
- Andra **projektspecifika förutsättningar** och krav.



Mottagning av planelement.



Figur 4.3 Väderskydd under transport, exempel 1
Heltäckt lastbil med måttanpassat kapell som kan återanvändas.



Figur 4.4 Väderskydd under transport, exempel 2
Enskilt emballerade planelement.

4.2.2 Branschens exempel på emballering och väderskydd under transport och avlastning

Planelement kan med fördel transporteras i heltäckt lastbil. Är det inte möjligt kan de transporteras stående enskilt heltäckt emballerade, se figur 4.4.

Vid avlastning av planelement ska kantskydd placeras där lyftstroppar ligger an för att undvika skador på väderskyddet, se figur 4.5. Om planelementen är försedda med färdiga lyftremmar ska infästningarna av dessa vara möjliga att täta mellan lyften.

4.2.3 Fuktkontroll vid mottagning och avemballering

När planelementen levereras till byggarbetsplatsen ska en mottagningskontroll avseende fukt utföras. Kontrollen innebär dels en okulär kontroll, dels en kontroll i form av fuktkvotmätningar.

Vid mottagningskontrollen kontrolleras att väderskyddet under transport uppfyllt sin funktion och att ingen skada uppkommit på väderskyddet under transport eller avlastning. Kontrollen utförs i två steg. I steg A kontrolleras emballaget eller väderskyddet, se figur 4.6, sidan 31, och i steg B efter avemballering utförs en kontroll av planelementet, se figur 4.7, sidan 32.

Mottagningskontrollen dokumenteras med noteringar och foton. Nedan framgår viktiga punkter i mottagningskontrollen:

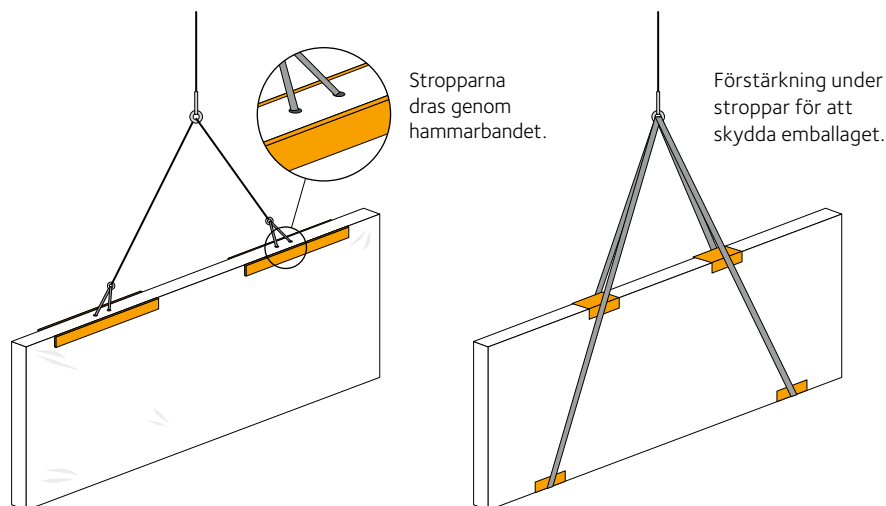
Steg A – Kontroll vid mottagning:

1. Kontrollera väderskyddet

Undersök väderskyddet på planelementets alla sidor så att inga skador förekommer. Kritiska punkter är:

- Vid anliggningsytor under transport
- Vid lyftöglor
- Vassa hörn, utstickande beslag, skruv och spik
- Skarvar och överlapp
- Lågpunkter där vatten kan samlas
- Övriga svaga punkter.

Utöver dessa kritiska punkter är det viktigt att leta efter avvikelser.



Figur 4.5 Lyft av planelement

Genomföringar för lyftremmar ska kunna tätas mellan lyft. Vid lyft av planelement med stroppar ska kantskydd användas för att undvika slitage på emballage.

2. Dokumentera mottagningskontrollen

Eventuella avvikelser dokumenteras med foton. Notera på vilket planelement fotot tagits och var fotot tagits. Avvikelsen fotograferas tillsammans med planelementets id-nummer. Fotografierna ska kunna användas för att lokalisera avvikelserna i steg B.

3. Åtgärda skador på väderskyddet

Eventuella skador på väderskyddet eller emballaget ska åtgärdas om dess väderskyddande funktion fortfarande krävs. Vidare är det vid eventuella skador på väderskyddet viktigt att kontrollera så att det inte finns något fritt vatten eller annan uppfuktning innanför väderskyddet som kan ge upphov till en förvärrad skadebild.

Återför dokumenterade avvikelser till tillverkaren för erfarenhetsåterföring och eventuella förbättringsåtgärder. Vid skador på väderskydd som lett till att vatten trängt in så är byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ansvarig för att utvärdera om detta medfört uppfuktning av material som kräver omgående uttorkningsinsatser, se vidare steg B.

Steg B – Kontroll vid avemballering:

Om avvikelser som noterats i steg A, inte hanterats och undersökts omgående vid mottagning kan sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, behöva tillkallas för att bedöma eventuell skadeomfattning. Om avvikelsen medfört att fritt vatten nått planelementet och det varit uppfuktat längre tid, kan skadeomfattning vara svårbedömd. Ju snabbare åtgärder vidtas desto bättre förutsättningar finns för att minimera eller i bästa fall helt eliminera eventuella skador.

1. Fuktkvotsmätning

- Om ingen avvikelse noterats så görs stickprovsmässig fuktkvotsmätning enligt projektanpassad checklista för mottagningskontroll.
Om montage sker i samband med mottagning, vilket är det vanligaste, så ska även inbyggnadsfuktkvot kontrolleras i samband med mottagningskontrollen, om planelementets pre-fabriceringsgrad är så hög att inbyggnad sker i samband med montaget av elementet. Det innebär en kontroll av att högsta tillåtna projektspecifika inbyggnadsfuktkvot inte överskrids. Vid inbyggnadstillfället ska det även kontrolleras att ytfuktkvoten inte överskrider 18 %.
- Om avvikelse noterats i steg A så gör kontrollmätningar av fuktkvot vid punkter som identifierats i steg A. Mät dels materialets ytfuktkvot för att bedöma risken för påväxt, dels på djupet för att bedöma hur djupt uppfuktningen nått och om fortsatt uttorkning krävs.

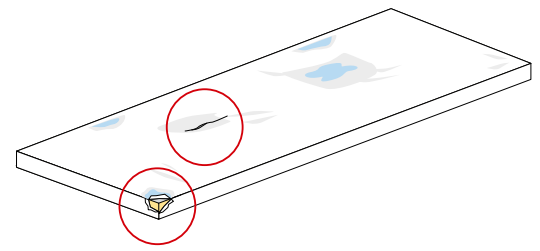
Instruktioner för fuktkvotsmätning finns i *avsnitt 7.1, Fuktkvotsmätning i trä, sidan 67*.

Fuktkvotsmätning kan utföras efter montaget om planelementen monteras direkt vid mottagning.

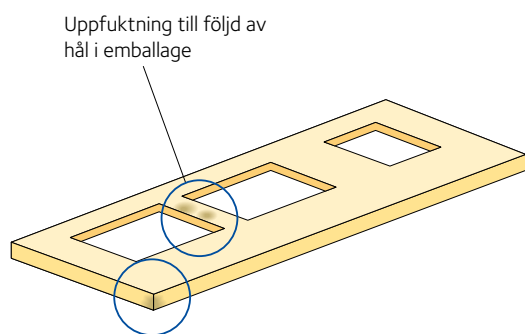
2. Åtgärda eventuell uppfuktning

I de fall förhöjda fuktkvoter uppmäts, ska torkinsatser sättas in skyndsamt. Se *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

Byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ska avgöra om sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, ska tillkallas för att undersöka uppfuktningen och bedöma



Figur 4.6 Exempel på avvikelser vid mottagningskontroll



Figur 4.7 Följ upp eventuella avvikelser som identifierats i steg A efter avemballering

erforderliga åtgärder. Det ska noteras att detta kan vara komplext, varför sakkunnig bör kontaktas vid osäkerhet.

3. Dokumentera kontroll och eventuella åtgärder

Byggentreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ansvarar för att kontrollen och eventuella avvikelser och åtgärder dokumenteras.

I projekt med upp till 20 panelement kontrolleras och dokumenteras samtliga panelements fuktstatus. I projekt med större omfattning krävs fortfarande kontroll av samtliga panelement men det räcker att var femte kontroll dokumenteras förutsatt att ingen avvikelse noterats. Avvikelser ska alltid dokumenteras.

4.3 Tillfällig lagring

4.3.1 Tillfällig lagring av panelement

I möjligaste mån ska lagring av panelement utomhus undvikas, eftersom risken för fuktskador till följd av regninläckage, blötsnö eller fuktig utomhusluft är stor. Om projektets produktionsförutsättningar ändå kräver att panelement lagras tillfälligt på eller i anslutning till byggarbetsplatsen innan montage så finns det flera aspekter att ta hänsyn till vid val av både väderskydd och lagringsplats. Dessutom krävs ett kontrollprogram med regelbundna okulärkontroller och mätningar eller loggning för att minska risken för fuktskador.

I nedanstående lista framgår faktorer att ta hänsyn till vid lagring av panelement:

- **Markytor** där panelement och byggmaterial förvaras ska vara hårdgjorda och fria från lågpunkter där vatten riskerar att bli stående.
- **Väderskyddet** ska utföras så att nederbörd inte når panelementet och så att kondens inte kan uppstå.
- Panelementets emballage ska utföras så **lufttätt** som möjligt för att förhindra att fuktig utomhusluft läcker in. Erfarenhetsmässigt är det viktigt med god lufttäthet i emballaget. Eventuella skador som uppkommer på emballaget ska omedelbart åtgärdas.
- **Täta** vid lyftinfästningar och andra eventuella genomföringar i emballaget eller väderskyddet så att nederbörd inte kan läcka in i panelementen.
- Panelement ska placeras med ett **avstånd till mark** på minst 300 mm för att minska risken för att stänk eller rinnande vatten fuktar upp elementet. Avståndet ska också möjliggöra luftväxling i spalten mellan panelementet och marken.
- **Kontrollera** regelbundet, minst en gång i veckan, att panelementens emballage eller väderskydd inte tagit skada under lagringstiden. Eventuella skador i emballaget åtgärdas omgående och dokumenteras. Vid misstanke om att vatten läckt in kontrollera omfattning och lämplig åtgärd vidtas enligt *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.
- Ta hänsyn till utomhusklimatets **årstidsvariationer** så som till exempel sommarens åskskurar, höstens kraftiga vindar och stora nederbörds mängder och höstens och vinterns höga luftfuktighet.

Långtidförvaring, över två månader, ska i möjligaste mån undvikas. Om omständigheter medför att det ändå sker ska planelementens fuktillstånd bevakas. Detta görs lämpligen genom loggning av temperatur och relativ luftfuktighet, RF, i planelementen eller i eventuell lagerlokal. Loggrar i planelementen kan med fördel monteras redan hos tillverkaren. Loggningsresultatet utvärderas med stöd av information i *tabell 6.1, sidan 63*. Hur stor andel av planelementen som ska förses med loggar, beror på projektets omfattning.

Vid långtidförvaring krävs god UV-beständighet i emballaget eller väderskyddet.

4.3.2 Tillfällig lagring av virke

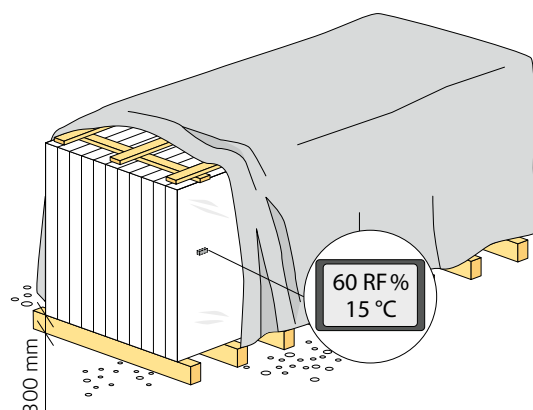
Trä som ska användas inomhus, till exempel lister, golvräbador och regler, ska lagras i ett väl ventilerat utrymme med inomhusklimat.

Virke för utomhusbruk eller inbyggnad ska lagras skyddat mot nederbörd. Virket ska täckas på sådant sätt att luft kan cirkulera runt om virket så att det inte blir för höga temperaturer eller kondens. Låt band och emballage på virkespaketet sitta kvar så länge som möjligt. Skapa en ventilerad luftspalt mellan virkespaketet och presenningen och se till så att presenningen slutar en bit ovanför marken. Sätt distanserade stöttor eller dylikt kring virkespaketet så att presenningen inte ligger an mot virket någonstans.

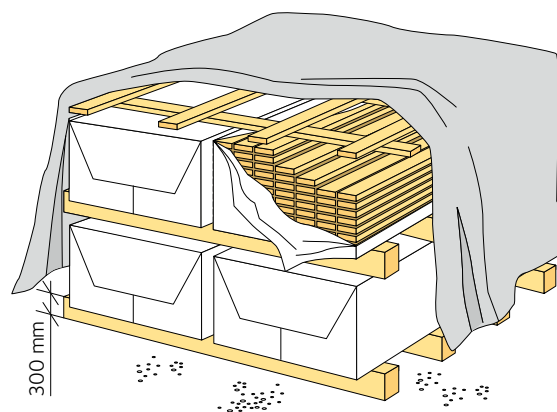
För mer information om hantering av virke se *Hantera virket rätt*.

Om vatten runnit in i virkespaketet måste virket torkas innan det används. Detta görs genom att följa stegen nedan.

1. Bryt virkespaketet och ta bort emballaget.
2. Sortera bort fuktskadat virke.
3. Strölägg virket.
4. Varma årstiden:
 - Skydda virket från nederbörd med topptäckning. Låt sidorna vara öppna så att virket kan torka effektivt.
 - Ställ virket på en öppen plats med möjlighet till god luftcirkulation.
- Kalla årstiden:
 - Låt virket stå inomhus med en byggfläkt.
5. Kontrollera fuktkvoten och yfuktkvoten innan virket ska användas. Ta vid behov prov med stöd av *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, för mikrobiologisk analys.



Figur 4.8 Lagring av planelement



Figur 4.9 Lagring av virkespaket

4.4 Förberedelser inför montage

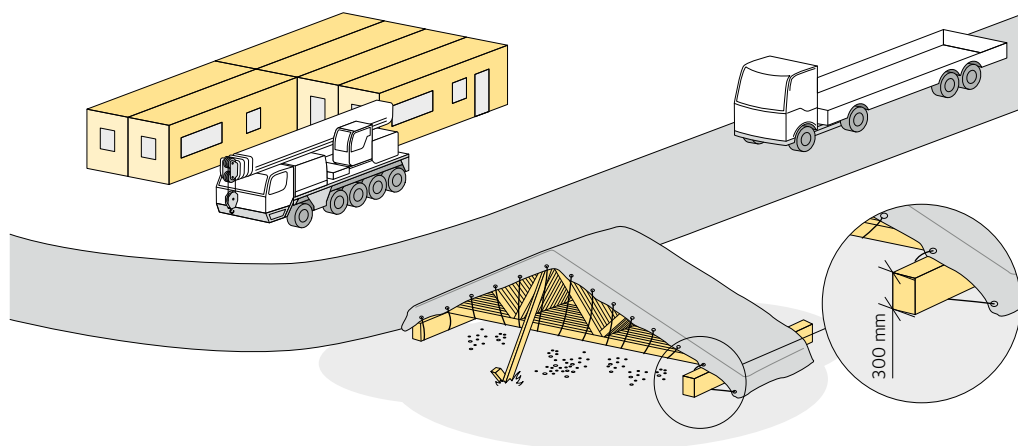
4.4.1 Förberedelser byggarbetsplats

Byggarbetsplatsen ska förberedas med hårdgjorda ytor för att minska risken för nedsmutsning av byggmaterial och byggnad. Det innebär att det ska finnas hårdgjorda ytor för upplag av byggmaterial samt hårdgjorda ytor för vägar, gångar och arbetsytor. Asfalt eller grov makadam är bra underlag, då är risken liten att jord och smuts kan stänka upp. Var dessa ytor är lokaliserade ska tydligt framgå i arbetsdispositionsplanen, APD-planen. Det ska även finnas anvisad plats för avlastning av transporter.

4.4.2 Montageförberedelser grundkonstruktion

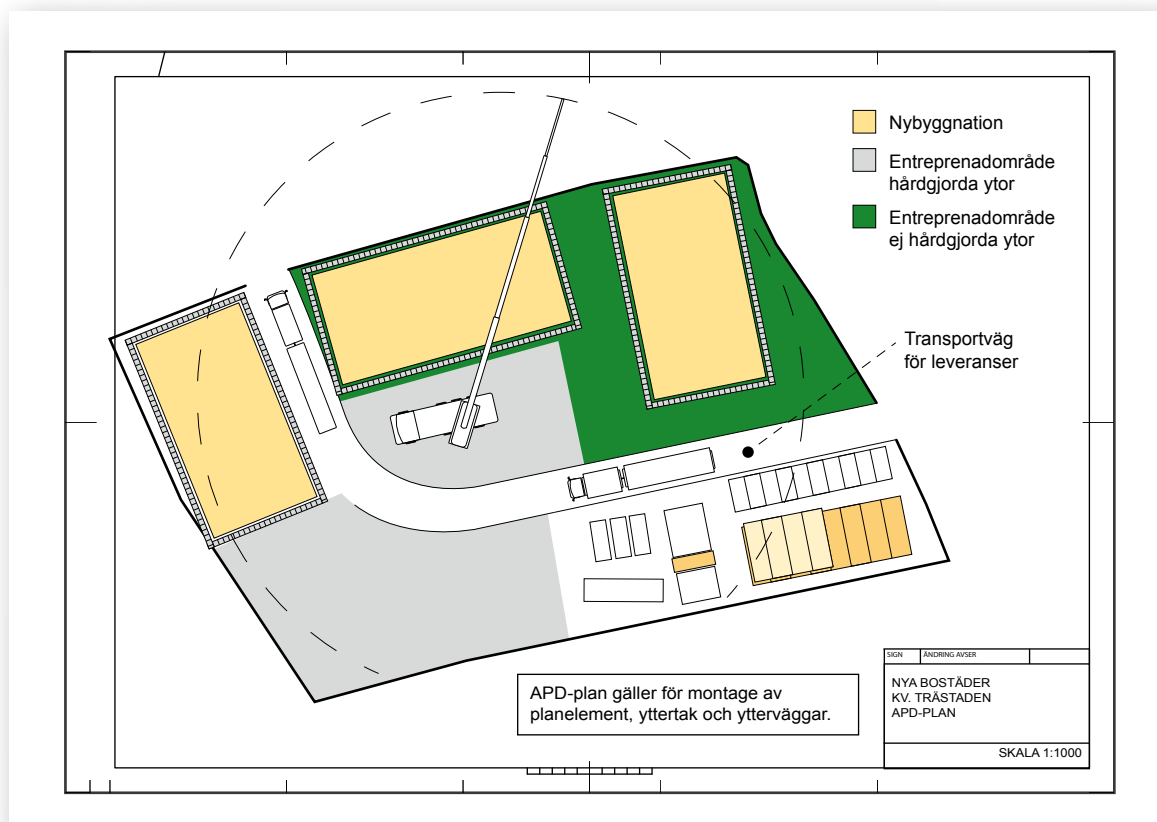
Olika grundläggningsprinciper kräver olika åtgärder men nedan följer några principiella faktorer att ta hänsyn till.

- När planelementen monteras ska grunden vara fri från stående vatten som kan riskera att uppfukta planelementen. Täck grundkonstruktionen vid behov för att undvika att den fylls med snö och regn.
- Förhindra att vatten leds in under redan monterade planelement.
- System för styrning och infästning av planelementen på grunden ska väderskyddas eller vara av ett material som tål att fuktas upp.



Figur 4.10 Utformning av byggarbetsplats

Hårdgjorda ytor såsom asfalt eller grov makadam på byggarbetsplatsen för transport och förvaring av material minskar risk för nedsmutsning.



Figur 4.11 Exempel på en arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan

4.5 Montage

Ett fuktsäkert montage kräver god produktionsplanering, flera förberedelser och ett bra väderskyddssystem. Vid montaget är risken extra stor för att eventuell nederbörd ska fukta upp känsliga material, exempelvis vägg- eller golvskena, eller nå fuktkänsliga delar i konstruktionen som är svår att torka ut. Konsekvenserna riskerar därmed att bli stora om det saknas beredskap för att hantera nederbörd och eventuell uppfuktning under montaget. Därför måste montaget planeras utifrån den väderlek som det accepteras att montage sker vid. Dessutom måste det alltid finnas en plan för hur en oväntad vädersituation ska hanteras och beredskap för hur en eventuell uppfuktning ska hanteras.

Hög prefabriceringsgrad har många fördelar, som exempelvis snabbt montage och därmed minskad exponeringstid för möjlig nederbörd, men medför också att det kan bli stora konsekvenserna vid en eventuell uppfuktning. Det kan vara svårt att bedöma omfattningen av en uppfuktning vid hög prefabriceringsgrad, eftersom det mesta är inbyggt.

Oavsett vilket väderskyddssystem som används så måste det appliceras på ett sätt så att den nederbörd som träffar väderskyddet leds bort och inte kan tränga in i konstruktionen. När det gäller montage av panelement finns generellt sett kritiska punkter i framför allt skarvar mellan panelementen och panelementens ovansida där vatten lätt kan tränga in.



Montage av panelement

4.5.1 Skydd mot nederbörd

Här följer rekommendationer för hur panelementen kan skyddas från nederbörd under montage. Vägledningen utgår ifrån risken för att det ska falla nederbörd under montaget och den mängd nederbörd som montaget ska kunna hantera. Nederbörd beskrivs som nederbördsintensitet och utgår ifrån Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI:s subjektiva klassificeringsmodell av nederbördsintensitet med klasserna lätt, måttlig och stark. *Se avsnitt 8.4, Fördjupning nederbördsintensitet, sidan 83, för vägledning och definition.*

Montage vid stark nederbördsintensitet ska inte ske. Montage vid annan nederbördsintensitet planeras utifrån följande anvisningar.

Generella råd:

- Byggdagbok ska skrivas som dokumenterar vädret såsom nederbörd. En regnmätare är ett bra hjälpmedel för detta.
- Väderskyddslösning, utrustning och rutiner för att snabbt hantera plötslig nederbörd ska finnas på byggarbetsplatsen, även kvällar och helger.
- På byggarbetsplatsen ska det finnas personal som kan montera vald väderskyddslösning.
- Våtdammsugare, gummiskrapor, skyfflar och sågspån för uppsugning av vatten ska finnas på byggarbetsplatsen.
- För att avlägsna lössnö kan lövblås användas.
- Det ska alltid finnas en person på byggarbetsplatsen som har befogenhet att fatta beslut om montaget ska avbrytas på grund av väderomslag.
- Väderskyddande åtgärder ska vidtas omgående vid väderomslag eller misstanke om väderomslag.
- Montage ska pågå tills huset är vädertätt eller till planerat avbrott. Vid planerat avbrott såsom etappindelad montage väderskyddas känsliga delar av byggnaden tills montage av nästa etapp.
- Kalibrerad elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammarelektroder, och person som kan hantera mätinstrumentet, ska finnas på byggarbetsplatsen.
- Högsta tillåtna inbyggnadsfuktkvot och ytfuktkvot, enligt projektspecifika krav, ska vara dokumenterade och kontrolleras vid montage. Saknas projektspecifika uppgifter kan 16 % inbyggnadsfuktkvot och 18 % ytfuktkvot ses som riktvärden.
- Om högsta tillåtna ytfuktkvot eller inbyggnadsfuktkvot överskrider i samband med montage ska följande utvärderas och vid behov lämpliga åtgärder vidtas, *se även kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*. Utvärderingen ska dokumenteras och biläggas projektets fuktsäkerhetsdokumentation.
 - Risk för mikrobiell påväxt.
 - Risk för formförändringar som påverka funktionen såsom exempelvis svällning i underlagsspont.
 - Risk för övrig påverkan som kan påverka funktion och säkerhet.
- Dokumentation och uppföljning krävs i samband med montage. Detta kan bestå av fuktmätningar, fuktronder eller loggande fuktmätningar med monterade fuktgivare.

4.5.2 Val av väderskyddslösning

Vid val av åtgärder för skydd mot nederbörd under montage så finns principiellt två vägar att gå. Antingen så tillåts montage endast vid uppehållsväder eller så tillåts montage även vid viss nederbörd varpå erforderliga åtgärder vidtas för att skydda byggnaden och byggnadsmaterial mot nederbörd. I sammanhanget har tiden för montaget

fram till väderskyddad byggnad ofta stor betydelse där ett snabbt montage minskar exponeringstiden för potentiell nederbörd. I förlängning ställer det krav på en väl utvecklad och fungerande logistik kring montaget.

Montage som förutsätter uppehållsväder

Om väderprognosen visar uppehållsväder från montagestart fram till det att huset är väderskyddat kan enklare väderskyddslösning accepteras.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Det ska vara möjligt att flytta första montagedagen med kort varsel. Fram till 24 timmar före montagestart ska det vara möjligt att flytta första montagedagen på grund av väderprognos som visar förväntad nederbörd.
- Även om nederbörd inte förväntas måste väderskydd, utrustning och rutiner inklusive arbetsberedning finnas till hands för att snabbt kunna vädersäkra byggnadskonstruktionen och skydda fukt känsliga delar och material om det kommer nederbörd, trots prognos om uppehållsväder.
- Väderskyddande åtgärder ska inte ta mer än 60 minuter att montera.

Montage som kan hantera lätt nederbördsintensitet

Om väderprognosen visar förekomst av lätt nederbördsintensitet under perioden från montagestart till det att huset är väderskyddat krävs väderskyddande åtgärder för att hantera nederbörden.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Planelement levereras från tillverkaren med heltäckande väderskydd som nyttjas under montaget. Väderskyddet ska vara utformat så att anslutningspunkter eller -ytor mellan planelement, mot yttertak eller andra kompletterande konstruktioner inte behöver vara frilagda mer än 10 minuter i samband med montage.
- Vatten ska ledas bort från frilagda ytor i samband med montage och vattenansamlingar undvikas.

Montage som kan hantera måttlig nederbördsintensitet

Ett montage av planelement som ska kunna hantera måttlig nederbördsintensitet ställer höga krav på väderskyddslösningen.

Råd:

- Väderprognosen ska dokumenteras i byggdagboken, exempelvis med en skärmdump från väderapp.
- Väderprognosen ska inte visa på förekomst av stark nederbördsintensitet under perioden från montagestart till det att huset är väderskyddat. Montage vid stark nederbördsintensitet ska inte ske.
- Planelement levereras från tillverkaren med heltäckande väderskydd som nyttjas under montaget. Väderskyddet ska vara utformat så att anslutningspunkter eller -ytor mellan planelement, mot yttertak eller andra kompletterande konstruktioner ska vara täckta eller på annat sätt skyddade från nederbörd i samband med montage.
- Extra vikt läggs vid dokumentation och uppföljning i samband med montage. Detta kan bestå av momentana fuktmätningar, fuktronder och loggande fuktmätningar med monterade fuktgivare.



Figur 4.12 Exempel på lämplig sektionsindelning av byggnaderna för planering av etappindelad montage

- Dag 1
- Dag 2
- Dag 3
- Dag 4
- Dag 5

4.5.3 Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage

Samtliga exempel på åtgärder i detta avsnitt förutsätter en väl utförd produktionsplanering, se avsnitt 4.1, *Produktionsplanering*, sidan 27.

Etappindelad montage

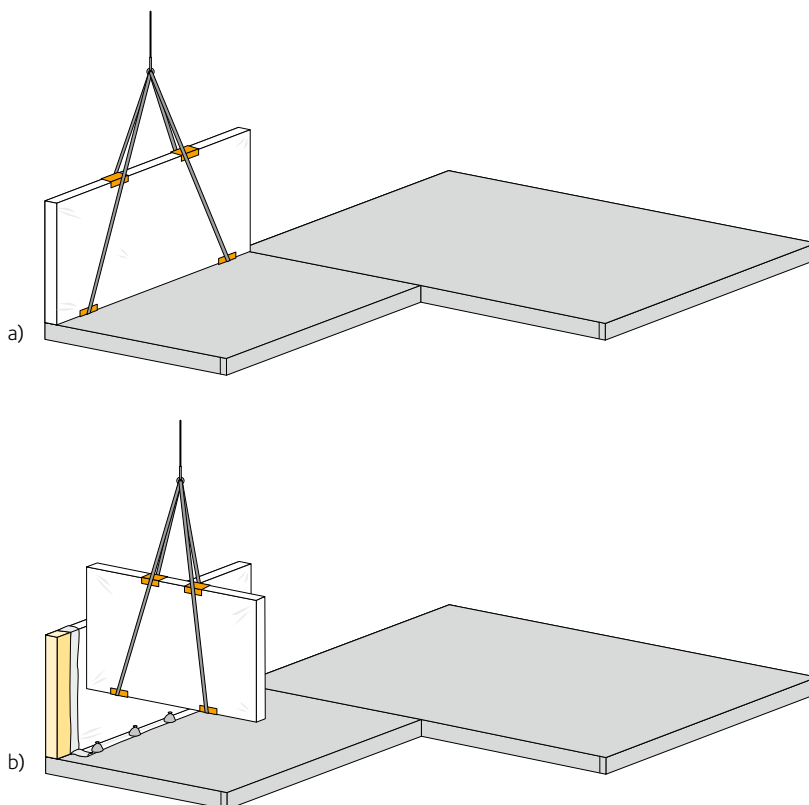
Dela in byggnaden i mindre sektioner och etappindela montage så att varje montagedag avslutas med vädertätt tak på monterade sektioner, se figur 4.12. Det är viktigt att sektionernas storlek anpassas efter leverans- och montagekapaciteten i projektet. Denna montagestrategi ger möjlighet till att minska tiden under montage då oskyddade delar av planelementen riskerar att utsättas för nederbörd. Montagestrategin ska kombineras med åtgärder för att väderskydda de eventuella sidor av byggnaden som efter sektionens färdigställande saknar färdigt klimatskal samt vid behov även grundkonstruktionen.

Reservdagar för montage

Ha reservdagar med i planeringen så att det blir möjligt att hantera oförutsedda störningar i montage utan att tidplanen havererar.

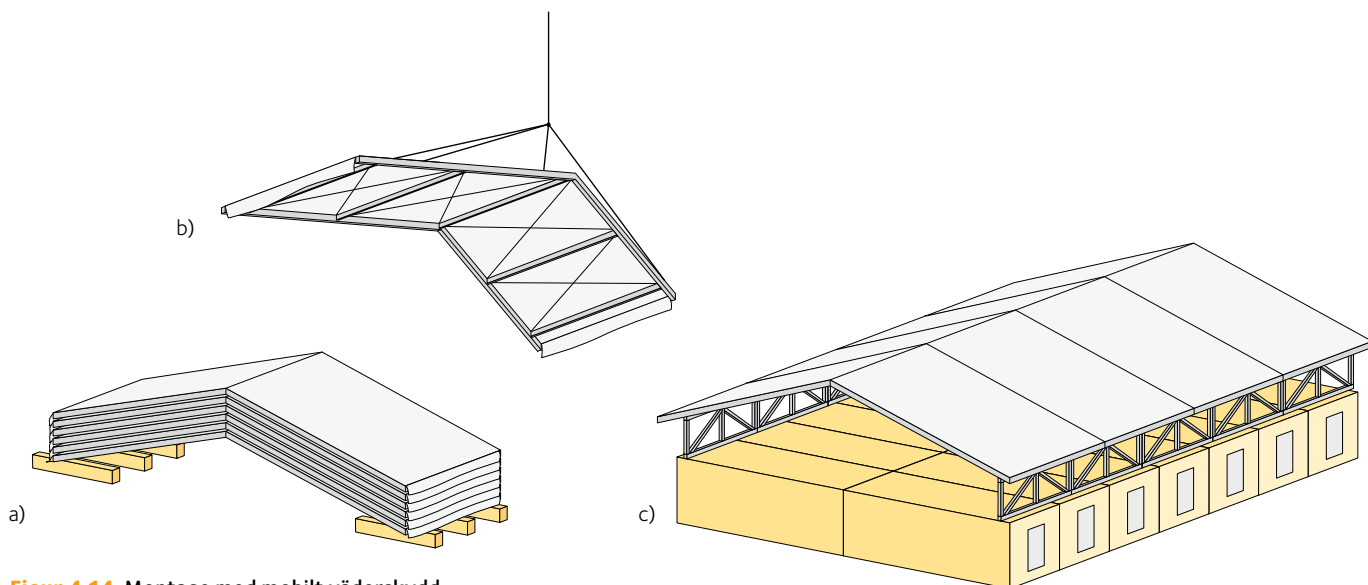
Montage med förmonterat väderskydd

Montera planelementen med förmonterat kombinerat transport- och väderskydd som nyttjas som väderskydd under montage, se figur 4.13. Skarvar eller anslutningar mellan planelementen tätas så att vatten



Figur 4.13 Väderskyddet från transporten nyttjas under montage

- a) Första väggelementet lyfts på plats.
- b) Väderskyddet viks ned på grunden och tyngder placeras för att hålla det på plats. Väderskyddet viks bort där nästkommande väggelement ska ansluta.



Figur 4.14 Montage med mobilt väderskydd

- a) Takkonstruktion i sektioner som lagras på hårdgjord yta.
 b) Lyft av tillfälligt väderskydd.
 c) Tillfällig takkonstruktion på plats.

inte kan ledas in i konstruktionen. Väderskyddet tas bort så fort byggnaden eller våningsplanet är vädertätt för att inte riskera att fukt stängs in. Denna metod har framförallt tillämpats i mindre byggnader.

Montage med mobila väderskydd

Använd mobila väderskydd, som kan skydda mot nederbörd mellan montagetiderna. Det mobila väderskyddet kan exempelvis bestå av en stålram med uppspänd duk, se figur 4.14. Utforma det mobila väderskyddet så att regnvatten leds bort och inte rinner på utsidan av planelementen. Det kan till exempel utföras med väl tilltagna takutsprång eller tillfälliga rännor och vattenavledningar.

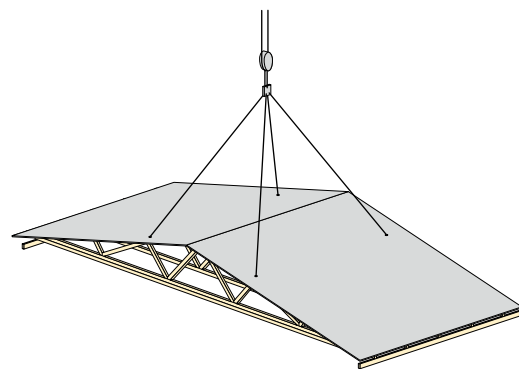
Färdig takkonstruktion som väderskydd

Vid montage av planelement kan byggnadens yttentak prefabriceras för att kunna nyttjas som väderskydd, se figur 4.15. Takkonstruktionen lyfts då av i samband med montage respektive på i samband med nederbörd eller uppehåll i montage fram till att byggnadens samtliga våningar monterats. **Observera** att metoden ställer höga krav på takkonstruktionens stabilitet då lyften ger särskilda påfrestningar. Metoden kräver också att byggarbetsplatsen har stora upplagsytor och att takkonstruktionen ställs på för ändamålet avsedda upplag minst 300 mm ovanför mark. I de fall taket är uppdelat i flera takkassetter ska skarvar mellan dessa utformas så att vatten inte kan ta sig in i konstruktionen.

Höj- och sänkbart heltäckande väderskydd

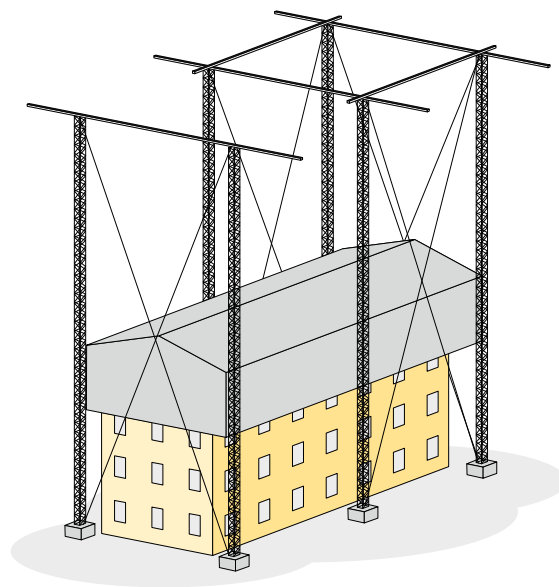
För högre byggnader kan ett höj- och sänkbart heltäckande väderskydd användas, se figur 4.16.

Se även Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF-rapporten Väderskydd – en lathund för entreprenören, ID 13499.

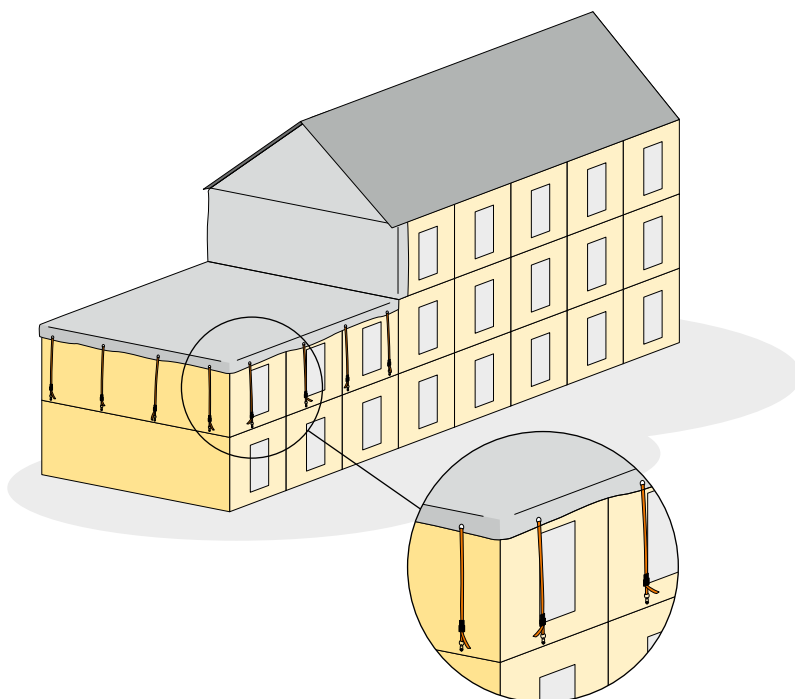


Figur 4.15 Färdig takkonstruktion

Genom att prefabricera den färdiga takkonstruktionen kan denna nyttjas som väderskydd under montaget. Viktigt är att takkonstruktionen utformas för att klara upprepade lyft.

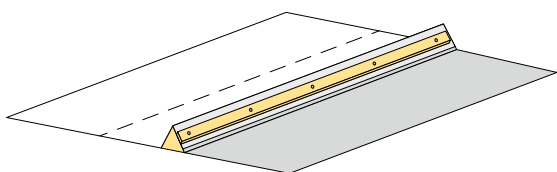


Figur 4.16 Exempel på montage med höj- och sänkbart heltäckande väderskydd



Figur 4.17 Tillfälligt väderskydd vid oväntat väderomslag

Vid plötslig oväntad nederbörd, då ett montage behöver pausas, kan ännu inte färdigställd sektion tillfälligt skyddas enligt bild.



Figur 4.18 Horisontella skarvar

Horisontella skarvar i väderskydd är en kritisk punkt och ska om möjligt undvikas. Där horisontella skarvar är oundvikligt kan följande skarvprincip tillämpas.

- Skarven placeras i högläge genom att tillverka en tresidig låda.
- Presenningar ska överlappa varandra och skarven ska säkras mot vindlast exempelvis med en klämlist.

Skydd av ändträ

Ändträ som kan komma att bli exponerat under montaget och sedan byggas in, kan med fördel förses med kapillärbrytande skikt för att förhindra snabb uppfuktning genom kapillärsugning. Detta kan exempelvis åstadkommas genom att montera en duk, tejp eller applicera vax på ändträet. Det kapillärbrytande materialet får inte påverka verkets kritiska fuktillstånd negativt. Ta även hänsyn till risken för att förseglingen av ändträet kan försvåra uttorkning.

Tillfälligt väderskydd vid oväntat väderomslag

Som tillfälligt väderskydd vid ett snabbt oväntat väderomslag kan kraftig presenning spännas fast över byggnadens bjälklag, se figur 4.17. Presenningen bör läggas med lutning och säkerställd vattenavledning. Det är viktigt att vatten leds bort från väderskyddet utan att vatten leds in i angränsande konstruktionsdelar eller rinner längs med plan-element utan färdig fasad. Detta är en tillfällig väderskyddslösning som ska gå snabbt att installera.



4.5.4 Uttorkning av byggfukt

Några kortfattade tumregler

- Höst, vinter och vår: Värme plus omblandande fläktar plus ventilation.
- Sommar: Avfuktning eller kraftig ventilation.
- Lufttäta och isolera före uttorkning startas. Extra viktigt vid uttorkning med hjälp av värme då risk annars finns för fuktskador.
- Har vatten läckt in i en sluten byggnadsdel behöver konstruktionen friläggas för att möjliggöra uttorkning.
- Ju snabbare uttorkningen startar, desto mindre risk för fuktskador.
- Mät torkklimatet för att kunna styra det.
- En millimeter nederbörd ger en liter vatten per kvadratmeter.
- Vid uttorkning av en betongplatta avges mycket fukt till byggnaden som kan kräva extra uttorkningskapacitet.

För att uttorkning ska ske krävs ett bra uttorkningsklimat efter tätt hus. Uttorkningen bör startas upp så fort som möjligt efter att klimatskalet är isolerat och lufttätt. Vad som är lämpligt uttorkningsklimat och hur man skapar detta beror framför allt på årstiden och hur fuktig byggnaden är. Generella tumregler för lämpligt uttorkningsklimat att sträva mot är att relativa luftfuktigheten, RF, inte bör överstiga 60 % och lufttemperatur bör minst vara 18 °C. Vid låg utomhustemperatur kan dock 18 °C vara för varmt och skapa problem med deformationer och sprickor i byggmaterial som torkar för snabbt. Vid låg utomhustemperatur kan det vara mer lämpligt att sikta på cirka 10 °C högre lufttemperatur än utomhustemperaturen, dock inte lägre än 10 °C.

När ett styrt uttorkningsklimat sätts igång bör klimatet förändras successivt under några dagar till önskat uttorkningsklimat uppnås. För snabb ändring av klimatet, såsom temperatur och relativ luftfuktighet, RF, kan resultera i skador i form av till exempel torksprickor eller virke som vrider sig. Här är det viktigt att leverantörens rekommendationer följs.

Ett lufttätt klimatskal är en förutsättning för att skapa en bra torkmiljö. Men om det som ska torkas finns i klimatskalet behöver det aktuella området friläggas för att kunna torkas, se även *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*. Är inte byggnaden lufttät blir alla insatser utspädda med utomhusluft och hela torkmiljön blir mycket känslig för anblåsning av vind utifrån. Vid lufttöta byggnader kan därför energibehovet för torkklimatet bli orimligt stort stora delar av året. Dessutom är klimatskalet lufttäthet viktig för att förhindra att fuktig luft läcker ut i kalla delar av byggnadskonstruktionen och fuktar upp dessa delar. Av denna anledning är lufttätheten i bjälklaget mot vinden eller i övre delar av höga byggnader extra viktig eftersom termisk drivkraft, så kallad skorstensverkan, gör att varm luft vill stiga uppåt i byggnaden och riskerar att läcka ut på till exempel vinden och kondensera.

Mer information om uttorkning finns i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

Här följer ett antal punkter att ta hänsyn till för att skapa ett bra uttorkningsklimat:

- **Tillfälliga klimattätningar** — Om montage av planelementen kräver etappvis uppförande under mer än en vecka, ska möjlighet till installation av tillfälliga klimattätningar finnas som ger förutsättningar för att kunna uppnå uttorkningsklimat i den byggnadsvolym som uppförts.

- **Avfuktning** – Ta hänsyn till rådande temperatur vid eventuell avfuktning. Vid låga temperaturer är sorptionsavfuktare mer effektiva än kondensavfuktare.
- **Säkerställ uttorkningsklimatet i hela byggnaden** – Uttorkningsklimatet ska uppnås i hela byggnadens volym, vilket kan kräva god luftomblandning och/eller flera värmekällor eller avfuktare som placeras på olika ställen.
- **Friläggning** – Om uppfuktning skett vid montaget av planelement kan lokal avfuktning med friläggning krävas omgående, vilket beskrivs i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.
- **Loggning** – Uttorkningsklimatet bör loggas på kritiska positioner. Kritiska positioner bedöms projektspecifikt. Uttorkningsklimatet kontrolleras i samband med fuktrond av byggtreprenören (fukt-säkerhetsansvarig produktion) och vid eventuella avvikelser kontaktas sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fukt-sakkunnig, för bedömning av lämplig åtgärd.
- **Lufttäthet** – Under uttorkningstiden är lufttäthet mot vind- och takkonstruktion extra viktig eftersom där är risken extra stor för att fuktig luft ska läcka upp och orsaka fuktskador genom så kallad fuktkonvektion.
- **Undvik kalla ytor** – Under uttorkningstiden kan fuktig luft kondensera på ytor som är kalla. Därför är det viktigt att klimatskalet är isolerat.

Byggvärme eller avfuktning?

På vintern används lämpligast värme i kombination med ventilation för att torka ut material och konstruktioner. När temperaturen i materialet höjs, släpper materialet ifrån sig fukt. Ju högre temperatur, desto snabbare uttorkning. Man kan dock inte höja temperaturen för snabbt. Det kan leda till problem som till exempel att virke spricker. Det är viktigt att den varma och fuktiga luften leds ut ur byggnaden utan att passera kallare utrymmen där den fuktiga luften riskerar att kondensera såsom till exempel på kallvindar.

Sommartid används lämpligen avfuktare för att torka ut material. När avfuktaren sänker den relativa luftfuktigheten, RF, i luften så kommer fukt i det fuktiga materialet att vandra ut till den torrare luften för att utjämna skillnaden. När skillnaderna mellan mängden fukt i materialet och mängden fukt i den omgivande luften minskar stannar uttorkningsprocessen av. Tänk på att kondensvatten måste ledas till brunnar alternativt att varm avfuktad luft leds direkt ut ur byggnaden.

För att avfuktningen ska fungera effektivt ska klimatskalet vara lufttätt. Om ett enskilt utrymme ska uttorkas behöver alla fönster, dörrar och andra öppningar lufttätas. Om det uttorkade området behöver beträdas under tiden som uttorkningen pågår, monteras tillfälliga öppningar som kan förslutas direkt efter passage.

Observera att avfuktningen endast når de delar som är innanför en diffusionsspärren, till exempel plastfolien i klimatskalets väggar och tak. Om regelverk utanför denna plastfolie är fuktig behöver uttorkningsklimat ordnas även här. Under produktion är det viktigt att ha kontroll på hur luften rör sig i byggnaden, det vill säga hur byggnadens tryckbild ser ut. Luft från utrymmen under uttorkning får exempelvis inte ledas ut till trapphus, schakt med mera, eftersom luften då kan ta sig vidare och fukta upp andra utrymmen. Under uttorkning är det därför viktigt att lufttäta och/eller med hjälp av fläktar säkerställa att luften inte tar oönskade vägar.



Pågående uttorkning av frilagt bjälklag.

4.6 Kontroll vid uppfuktat planelement

Vid konstaterad uppfuktning av planelementet ska de generella punkterna under avsnitt gås igenom. Nedan följer några specifika råd för planelement vid mätning av fuktkvot efter konstaterad uppfuktning. Råden är uppdelade beroende på hur planelementet uppfuktats.

Uppfuktning genom fritt vatten:

1. Frilägg det regelfack som uppfuktningen skett vid och undersök om uppfuktningen kan ringas in inom facket.
2. Mät dels yfuktkvot och dels fuktkvot i djupet på virkesprofilen.
3. Om uppfuktningen inte kan ringas in, arbeta vidare till nästa fack i den riktning vattnet kan ha transporterats. Hittas uppfuktningen i ett regelfack i väggen, bör exempelvis bjälklaget under väggen kontrolleras, så att vatten inte runnit vidare.

Uppfuktning genom fuktig luft:

Om planelementet uppfuktats av fuktig luft kan det vara svårt att avgöra hur långt in i virket uppfuktningen nått. Då behöver fuktkvoten kontrolleras på flera djup genom hela virkesprofilen i konstruktionen.

1. Mät yfuktkvoten på virket i planelementets konstruktion på konstruktionens in- och utsida.
2. Mät fuktkvoten på olika djup i virkesprofilen genom att slå i stiften en bit i taget.
3. Om planelementet uppfuktats av fuktig luft, kan uppfuktningen sannolikt inte ringas in, utan flera mätpunkter krävs i hela elementet.

KL-trä

Informationen i avsnittet är främst framtagen med avseende på korslimmat trä, KL-trä, och den byggteknik där panelement av KL-trä används. Trots detta är mycket av informationen och råden tillämpbara även för limträ givet dess likheter.

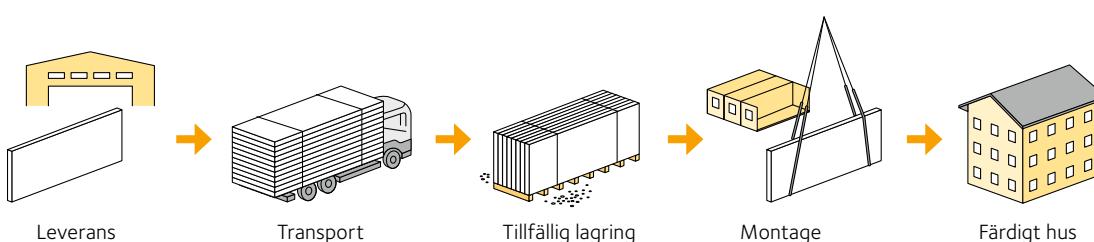
Med limträ avses balkar och pelare som är uppbyggda av sammanlimmade hållfasthets sorterade lameller av trä där fiberriktningen i lamellerna går parallellt med längden. Med KL-trä avses skivor, plattor, pelare och balkar uppbyggda av limmade, korsvis lagda brädor eller plankor som är hållfasthets sorterade. Det förekommer även byggelement, så kallade kassetbjälklag, där KL-trä och limträ kombineras.

Byggsystem med bjälklag och väggar av KL-trä har likheter med byggsystem av panelement. Det är i båda fall prefabricerade byggelement som fraktas ut till byggarbetsplatsen och där monteras samman till en byggnad. Vanligtvis har panelement högre prefabriceringsgrad än byggelement av KL-trä.

5.1 Produktionsplanering

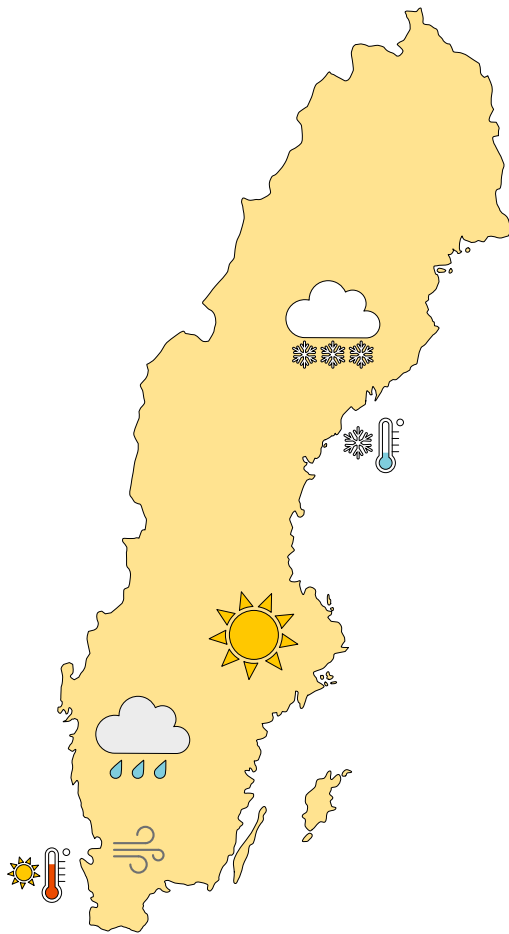
En fuktsäker träbyggnadsproduktion förutsätter en väl genomförd produktionsplanering som även omfattar fuktsäkerhet. Det är många faktorer som påverkar förutsättningarna för byggtreprenören att åstadkomma ett fuktsäkert montage av KL-träelement. Utöver logistik och förutsättningarna för ett snabbt montage, som är några av de viktigaste aspekterna, spelar det även in hur väl produktionsaspekter har beaktats i fuktsäkerhetsprojekteringen. Därför är det viktigt att byggtreprenören sätter sig in i dessa förutsättningar och planerar produktionen utifrån detta. Det innebär bland annat att byggtreprenören måste identifiera, värdera och hantera fuktrelaterade risker ur produktionssynpunkt. Bristfälligt utförd produktionsplanering kan till exempel leda till oplanerade avbrott i arbetsflödet som i sin tur kan påverka fuktsäkerheten negativt.

Resultatet av produktionsplaneringen med hänsyn till fuktsäkerhet ska redovisas och dokumenteras. För projekt som följer ByggaF görs detta i fuktsäkerhetsplanen. Här ska byggtreprenören redovisa de aktiviteter, moment och kontroller som ska utföras för att säkerställa en fuktsäker byggprocess inklusive säkerställa att samhällets och byggherrens krav på fuktsäkerhet uppfylls. Byggherrens krav framgår av fuktsäkerhetsprogrammet eller fuktsäkerhetsbeskrivningen i projekt som följer ByggaF.



Figur 5.1 KL-träelement – från tillverkning till färdigt hus

- 5.1 Produktionsplanering 45
- 5.2 Transport och mottagning 47
 - 5.2.1 Vädskydd under transport 47
 - 5.2.2 Branschens exempel på emballering och vädskydd under transport och avlastning 48
 - 5.2.3 Fuktkontroll vid mottagning och avemballering 48
- 5.3 Tillfällig lagring 49
 - 5.3.1 Tillfällig lagring av KL-träelement 49
 - 5.3.2 Tillfällig lagring av virke 50
- 5.4 Förberedelser inför montage 51
 - 5.4.1 Förberedelser byggarbetsplats 51
 - 5.4.2 Montageförberedelser grundkonstruktion 51
- 5.5 Montage 52
 - 5.5.1 Skydd mot nederbörd 52
 - 5.5.2 Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage 54
 - 5.5.3 Uttorkning av byggfukt 57
- 5.6 Kontroll vid uppfuktat KL-trä 60



Figur 5.2 Väderkarta

Väderförutsättningarna kan vid samma årstid variera kraftigt beroende på var i landet man befinner sig.

Här följer exempel på viktiga punkter som ska hanteras när projektets fuktsäkerhetsplan och arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan, upprättas.

Transporter

- **Väderskydd** – Ta hänsyn till transportsättet och utforma väderskyddet efter förutsättningarna.
- **Framkomlighet** – Ta hänsyn till framkomligheten för transporter och behov av omlastning.
 - Vilka eventuella behov finns för omlastning och finns i så fall utrymme för detta?
 - Finns risk för vinterväglag som kräver snöröjning och halkbekämpning på eller i anslutning till byggarbetsplatsen?
 - Vid vilka tider på dygnet är det möjligt med transporter till och från byggarbetsplatsen?
- **Avlastning** – Ta hänsyn till krav på fuktsäkerhet vid avlastning på byggarbetsplatsen.
 - Identifiera och förbered plats för avlastning.
 - Finns behov av förstärkt emballage eller väderskydd?
 - Krävs väderskyddad avlastningszon på byggarbetsplatsen?
- **Flexibilitet i transporttider** – Ta hänsyn till att flexibilitet i transporttider kan krävas på grund av väderomslag.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Byggarbetsplatsen

- **Hårdgjorda ytor** – Finns hårdgjorda ytor för till exempel transporter och omlastning eller mellanlagring?
- **Direkt montage från lastbil** – Undersök förutsättningarna för snabbt montage direkt från lastbil.
- **Mellanlagring** – Finns möjlighet till kortvarig fuktsäker omlastning eller mellanlagring i samband med montage?
- **Byggarbetsplatsens omgivning** – Ta hänsyn till byggarbetsplatsens omgivning – exempelvis trång stadsmiljö eller svårtillgänglig terräng.
- **Väderförutsättningar, geografisk position** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till dess geografiska position – kustnära, vindutsatt eller andra tuffa förhållanden? *Se figur 5.2.*
- **Väderförutsättningar, årstid** – Vilka väderförutsättningar kan förväntas på byggarbetsplatsen med hänsyn till årstiden?
- **Lyftkapacitet** – Hur många lyft av volymelement och annat material kan byggarbetsplatsens utformning och övriga förutsättningar hantera per dag? Uppskatta lyftkapaciteten och ta med denna uppgift som underlag vid eventuell etappindelning.
- **Etappindelning** – Finns möjlighet och behov av att etappindela montage för att minska tiden som oskyddade delar riskerar att utsätts för nederbörd? Upprätta i så fall en montageplan med etappindelning. Exempel på faktorer, förutom byggnadens geometri, att ta hänsyn till vid bestämning av etappstorlek är byggarbetsplatsens utformning samt risk för vindpåverkan och nederbörd.
- **Uttorkning av byggfukt** – Planera och upprätta en plan för uttorkning av byggfukt.
- **Kontrollmätningar av fukt** – Planera och upprätta en plan för fuktmätningar.
- **Tid- och resursplanera fuktsäkerhetsarbetet** – Planera fuktsäkerhetsarbetet och lägg in aktiviteter i tidplanen för uttorkning av byggfukt och fuktkontroller så som till exempel mottagningskontroll och kontroll av inbyggnadsfuktkvoter.

- **Leverans, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för kommunikation mellan byggarbetsplats, transportör och tillverkare så att leveranser kan stoppas eller pausas vid oplanerat avbräck i montage, till exempel på grund av besvärligt väder eller tekniskt strul.
- **Tillverkare, säkerställ kommunikation** – Upprätta rutin för uppföljning och kommunikation mellan tillverkare och byggarbetsplats för erfarenhetsåterföring och hantering av avvikelser. Exempelvis för att hantera byggfel, transportskador eller ett identifierat behov av förstärkt transportskydd.
- **Utanför ordinarie arbetstid** – Beredskap för hantering av fuktsäkerheten på byggarbetsplatsen utanför ordinarie arbetstid.
- **Andra projektspecifika förutsättningar.**

Produktionsplaneringen ska skapa förutsättningar för ett fuktsäkert montage. De flesta fuktsäkerhetsåtgärder under montageskedet kräver produktionsplanering och förberedelser. *Se avsnitt 5.5.2, Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage, sidan 54.*



Mottagning av KL-träelement.

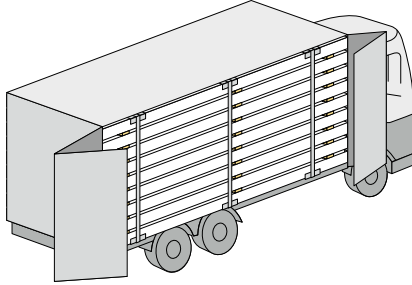
5.2 Transport och mottagning

5.2.1 Väderskydd under transport

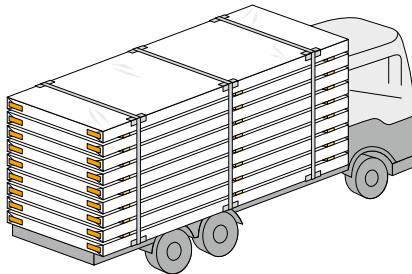
KL-träelementen ska skyddas från nederbörd och smuts under transport med hjälp av väderskydd som motstår nederbörd i kombination med det lufttryck på grund av fartvind som skapas under transporten. Väderskyddet kan utgöras av KL-träelementens emballering. Höga lufttryck vid transport kan i kombination med regn leda till att vatten tar sig in genom otätheter eller bristfälligt utförda tejpningar i emballaget. Den nedsmutsning som otillräckligt väderskydd orsakar kan medföra direkta skador och även försämra materialets förmåga att stå emot fukt och mikrobiell påväxt. Därför kan väderskydd behövas även vid transporter utan nederbörd.

Här följer viktiga punkter att beakta vid utformning av väderskydd under transport:

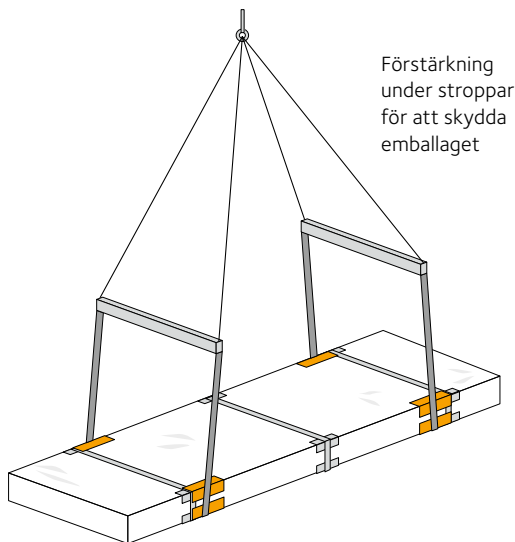
- **Skarvar, överlapp och veck** i emballaget ska inte leda in vatten vid transport och lagring. Ta hänsyn till vindpåverkan i samband med transport. Vikning av emballage utförs på de platser som blir minst väderutsatta under transporten.
- Väderskyddet ska skydda KL-träelementen från **stänk och smuts** under transport, mottagning och mellanlagring. Detta gäller samtliga sidor.
- **Förstärk väderskyddet** vid behov för att undvika till exempel **nötning** av väderskyddet på grund av stänk från grus och smuts under transport samt skav från lastsäkringsdon och distanser mellan sammanpackade KL-träelement.
- Väderskyddet ska inte sitta löst, fladdra eller riskera att nötas eller dras sönder under transport. Ta **hänsyn till fartvind** vid transport.
- **Vassa hörn, kanter** och liknande ska skyddas eller förstärkas så de inte riskerar att skära hål på väderskyddet.
- **Emballera KL-träelementen var för sig** eller maximalt ett mindre antal i en och samma emballering för att minska konsekvensen om en skada uppstår.
- Ha rutinmässig **mottagningskontroll** som återförs direkt till produktionslokalen för att möjliggöra förbättringsåtgärder.
- Undvik fickor med **stående vatten och is**.
- Andra **projektspecifika förutsättningar** och krav.



Figur 5.3 Väderskydd under transport, exempel 1
Heltäckt lastbil.



Figur 5.4 Väderskydd under transport, exempel 2
Engångsemballage på enskilda element.



Figur 5.5 Lyft av KL-träelement
Vid lyft av element där emballeringen inte får skadas förses kanter där lyftstroppar ligger an med förstärkning.

5.2.2 Branschens exempel på emballering och väderskydd under transport och avlastning

KL-träelementen kan med fördel transporteras i heltäckt lastbil eller med enskilt emballage runt varje element.

Vid avlastning ska kantskydd placeras där lyftstroppar ligger an för att undvika skador, se figur 5.5. Förstärkning av emballaget kan även krävas där elementen ligger an mot varandra och i elementens hörn.

Eftersom KL-träelementen ofta avemballeras i samband med avlastning, kan avlastningsplatsen behöva vara väderskyddad.

5.2.3 Fuktkontroll vid mottagning och avemballering

När KL-träelementen levereras till byggarbetsplatsen ska en mottagningskontroll avseende fukt utföras. Kontrollen innebär dels en okulär kontroll, dels en kontroll i form av fuktkvotsmätningar.

Vid mottagningskontrollen kontrolleras att emballaget under transport uppfyllt sin funktion och att ingen skada uppkommit på väderskyddet under transport eller avlastning.

Mottagningskontrollen dokumenteras med noteringar och foton. Nedan framgår viktiga punkter i mottagningskontrollen:

Kontroll vid mottagning:

1. Kontrollera emballaget

Undersök emballaget på elementets alla sidor, så att inga skador förekommer. Kritiska punkter är:

- Där lyftremmar ligger an
- Vid lyftöglor
- Vassa hörn
- Skarvar och överlapp
- Tejpskarvar
- Där element ligger an mot varandra eller mot distansklossar
- Övriga svaga punkter.

Utöver dessa kritiska punkter är det viktigt att leta efter avvikelser. Exempelvis att det förekommer revor i emballaget eller emballage-skarvar där vatten kan driva in. Tejpsläpp från emballage ska man också vara uppmärksam på.

Eventuella avvikelser dokumenteras med fotografier. Notera på vilket KL-träelement fotot tagits och var fotot tagits. Avvikelsen fotograferas tillsammans med elementets id-nummer. Fotografierna ska kunna användas för att underlätta vidare undersökning av eventuell uppfuktning.

2. Vid skada i emballaget – Mät fuktkvot och hantera eventuell uppfuktning

Om skador upptäcks på emballaget och KL-träelementet inte skickas tillbaka till leverantören ska det undersökas omgående om skadan lett till uppfuktning. Börja med att fuktkvotmäta genom emballaget vid och omkring skadan i emballaget. Mät fuktkvot dels i ytan, dels på någon centimeters djup. Om uppfuktning kan konstateras så ta fler mätpunkter och ringa in uppfuktat område. Markera området som är uppfuktat och hantera vidare enligt kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61. För att minska risken för vidare skador är det viktigt att uttorkning kommer i gång snabbt.

3. Mät mottagningsfuktkvot i KL-träelementen

Gör stickprovsmässig fuktkvotmätning enligt objekthanpassad checklista för mottagningskontroll och kontrollera mot kravställd leveransfuktkvot. Fuktkvoten kan ofta göras genom att sticka genom emballaget.

Instruktioner för fuktkvotmätning finns i *avsnitt 7.1, Fuktkvotmätning i trä, sidan 67*, och stöd för bedömning i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

4. Åtgärda

I de fall förhöjda fuktkvoter uppmäts och materialet inte sänds tillbaka, ska åtgärder vidtas och torkinsatser sättas in vid behov. *Se kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

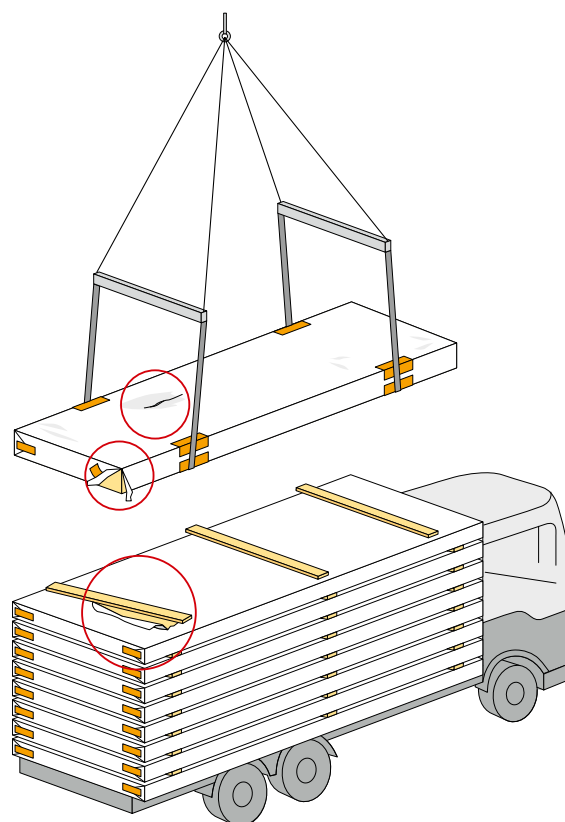
Byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ska avgöra om sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, ska tillkallas för att undersöka uppfuktningen och bedöma erforderliga åtgärder. Det ska noteras att detta kan vara komplext, varför sakkunnig bör kontaktas vid osäkerhet. Tänk på att om KL-träelementet monteras före fullständig åtgärd, behöver uppfuktningens hela område vara åtkomligt för vidare åtgärd.

5. Dokumentera

Byggtreprenören ansvarar för att samtliga steg ovan dokumenteras.

Återför dokumenterade avvikelser till tillverkaren för erfarenhetsåterföring och eventuella förbättringsåtgärder. Vid skador på emballage som lett till att vatten trängt in ska byggtreprenören (fuktsäkerhetsansvarig produktion) ansvara för att vidare undersökning utförs.

Vid mottagning kontrolleras samtliga element eller emballerade paket.



Figur 5.6 Exempel på avvikelser vid mottagningskontroll

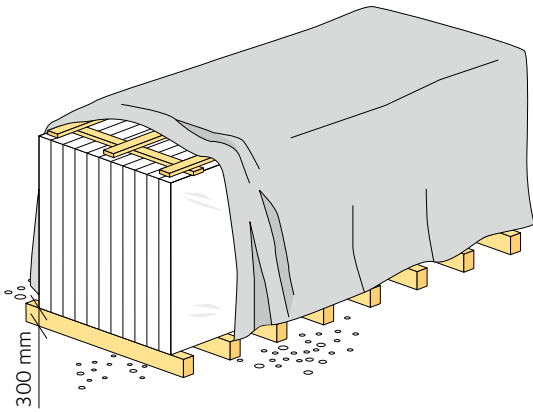
5.3 Tillfällig lagring

Lagring av KL-träelement på byggarbetsplatsen bör undvikas. Om det inte är möjligt att undvika ges här några råd för att minska risken för uppfuktning.

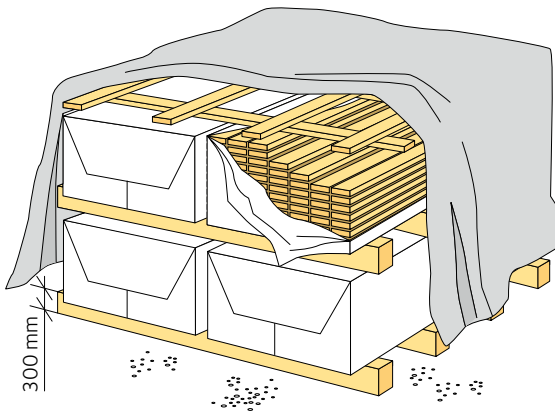
5.3.1 Tillfällig lagring av KL-träelement

I möjligaste mån ska lagring av KL-träelement under längre tid utomhus undvikas eftersom risken för fuktskador på grund av nederbörd eller fuktig luft är stor. Om produktionens förutsättningar ändå kräver lagring på plats eller i anslutning till byggarbetsplatsen innan montage finns flera aspekter att ta hänsyn till vid val av både emballage och lagringsplats.

Förutom ett bra väderskydd krävs ett kontrollprogram med regelbundna okulärkontroller och mätningar eller loggning för att hantera risken.



Figur 5.7 Lagring av KL-trä



Figur 5.8 Lagring av virkespaket

I nedanstående lista framgår faktorer att ta hänsyn till vid lagring av KL-träelement:

- **Markytor** där element och byggmaterial förvaras ska vara hårdgjorda och fria från lågpunkter där vatten riskerar att bli stående.
- **Väderskyddet** ska utföras så att nederbörd inte når KL-träelementet och så att kondens inte riskerar uppstå.
- KL-träelement ska placeras minst **300 mm över mark**.
- Placera så att plana ytor där vatten kan ansamlas hamnar i **lutning**.
- **Kontrollera regelbundet väderskyddets** funktion. Vid misstanke om att vatten läckt kontrollera omfattning och vidtag lämplig åtgärd enligt *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.
- Beakta risk för **kondens** under emballage.
- Vid förvaring under årstider med hög relativ luftfuktighet, RF, utomhus under längre tid kan **klimatstyrd förvaring behövas**. Det kan exempelvis vara tillfälliga tält som avfuktas.

5.3.2 Tillfällig lagring av virke

Trä som ska användas synligt inomhus, till exempel lister, panelbrädor och golvbrädor, ska lagras i ett väl ventilerat utrymme med inomhusklimat.

Virke för utomhusbruk eller inbyggnad ska lagras i utomhusklimat skyddat mot nederbörd. Virket ska täckas på sådant sätt att luft kan cirkulera runt om virket och att det inte blir för höga temperaturer eller kondens. Låt band och emballage på virkespaketet sitta kvar så länge som möjligt. Ventilera mellan virkespaketet och presenningen och se till att presenningen slutar en bit ovanför marken. Sätt distanserade stöttor eller dylikt kring virkespaketet så att presenningen inte ligger an mot virket någonstans.

För mer information om hantering av virke se *Hantera virket rätt*.

Om vatten runnit in i virkespaketet måste virket torkas innan det används. Detta görs genom att följa stegen nedan.

1. Bryt virkespaketet och ta bort emballaget.
2. Sortera bort fuktskadat virke.
3. Strölägg virket.
4. Varma årstiden:
 - Skydda från nederbörd med topptäckning. Låt sidorna vara öppna så att virket kan torka effektivt.
 - Ställ det på en öppen plats med möjlighet till god luftcirkulation.Kalla årstiden:
 - Låt virket stå inomhus med en byggfläkt.
5. Kontrollera fuktkvoten och ytfuktkvoten innan virket ska användas. Ta vid behov prov med stöd av *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, för mikrobiologisk analys.

5.4 Förberedelser inför montage

5.4.1 Förberedelser byggarbetsplats

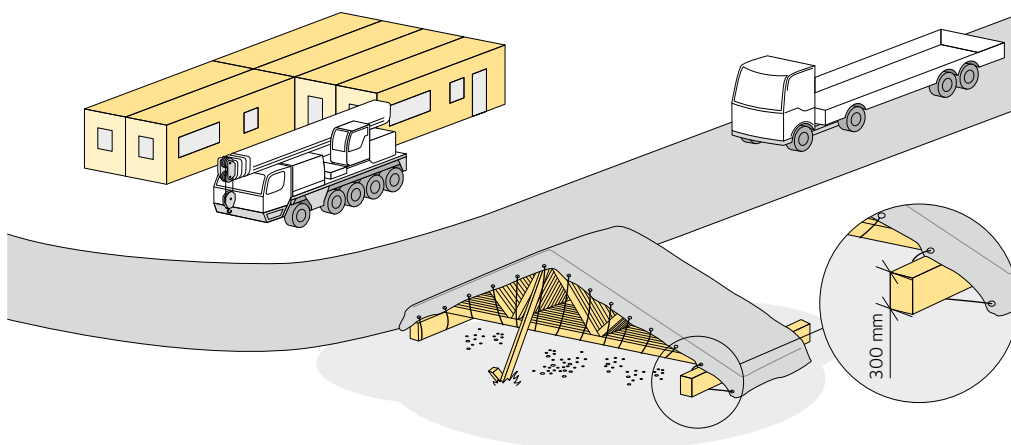
Montage sker ofta direkt från avlastningsplatsen. Om avemballering sker omgående kan det vara fördelaktigt att planera byggarbetsplatsen så att transportfordonen ryms inom väderskyddad zon.

Byggarbetsplatsen ska förberedas med hårdgjorda ytor för att minska risken för nedsmutsning av byggmaterial och byggnad. Det innebär att det ska finnas hårdgjorda ytor för upplag av byggmaterial samt hårdgjorda ytor för gångar och arbetsytor. Asfalt eller grov makadam är bra underlag, då är risken liten att jord och smuts kan stänka upp. Var dessa ytor är lokaliserade ska tydligt framgå i arbetsdispositionsplanen, APD-planen. Det ska även finnas anvisade platser där lossning och fortsatt hantering kan ske på ett säkert sätt.

5.4.2 Montageförberedelser grundkonstruktion

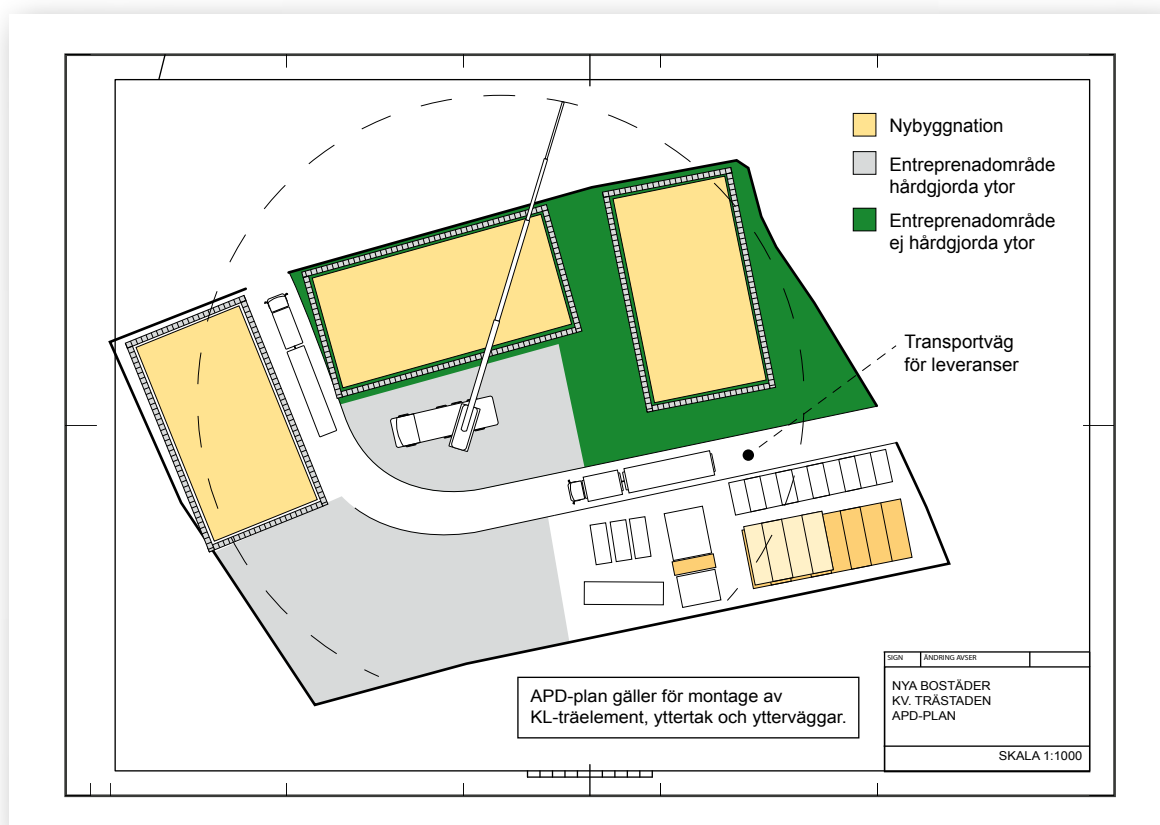
Olika grundprinciper kräver olika åtgärder men nedan följer några principiella faktorer att ta hänsyn till.

- När KL-träelementen monteras ska inte elementens ändrar riskera att suga upp vatten. Täck grundkonstruktionen vid behov för att undvika att den fylls med snö och regn.
- Utforma upphöjningar och kapillärbrytande skikt mellan grund och KL-träelement.
- System för infästning av elementen på grunden ska väderskyddas eller vara av ett material som tål att fuktas upp.
- I det fall grundsystemet och konstruktionsutformningen är sådan att fuktnivån i grunden behöver kontrolleras innan montage ska det beaktas.



Figur 5.9 Utformning av byggarbetsplats

Hårdgjorda ytor, såsom asfalt eller grov makadam, på byggarbetsplatsen för transport och förvaring av material minskar risk för nedsmutsning.



Figur 5.10 Exempel på en arbetsplatsdispositionsplan, APD-plan

5.5 Montage

Ett fuktsäkert montage kräver god planering och att flera förberedelser har utförts. I det här skedet är risken för exponering av KL-träytor stor och konsekvensen om beredskap saknas också stor. Därför måste montaget planeras utifrån rådande väderlek och den väderlek som kan inträffa under montaget.

Beredskap för hur en uppfuktning hanteras ska finnas på byggarbetsplatsen.

När det gäller KL-träelement är framför allt elementskarvar, elementändar mot horisontella ytor och ytor där vattenansamling riskerar att uppstå kritiska.

Om ett KL-trämontage utsätts för nederbörd och åtgärder inte vidtagits med hänsyn till ovan nämnda kritiska punkter är risken stor att okontrollerad uppfuktning sker på platser som senare är svåra att bedöma och åtgärda. De ytor som är svåråtkomliga har dessutom vanligtvis svårt att torka.

5.5.1 Skydd mot nederbörd

Vid utvärdering av väderskyddande åtgärder rekommenderas att utgå ifrån Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI:s subjektiva klassificeringsmodell av nederbördsintensitet med klasserna lätt, måttlig och stark. Se avsnitt 8.4, *Fördjupning nederbördsintensitet*, sidan 83, för vägledning och definition.

Montage vid nederbördsintensitet, som enligt projektspecifik bedömning inte kan hanteras utan att KL-träelement uppfuktas av fritt vatten i större omfattning än kortare stunder bör inte ske för att

undvika risken för mikrobiell påväxt. Den absolut viktigaste faktorn för ett fuktsäkert montage är att skydda montaget från nederbörd. Montage under ett heltäckande väderskydd säkerställer skydd från nederbörd samtidigt som det möjliggör att montaget kan planeras med mindre hänsyn till förväntad väderlek. Montage som sker utan heltäckande väderskydd ställer höga krav på planering och beredskap på byggarbetsplatsen. Exempelvis måste tillfälliga väderskyddslösningar snabbt kunna monteras vid händelse av väderomslag och nödvändig utrustning för att kunna avlägsna fritt vatten omgående finnas på byggarbetsplatsen.

Bedömning av risken för uppfuktning under montage på grund av fritt vatten måste göras för det enskilda projektet.

Generella råd:

- Byggdagbok ska skrivas som dokumenterar vädret såsom nederbörd. En regnmätare är ett bra hjälpmedel för detta.
- Väderskyddslösning, utrustning och rutiner för att snabbt hantera plötslig nederbörd ska finnas på byggarbetsplatsen, även kvällar och helger.
- På byggarbetsplatsen ska det finnas personal som kan montera vald väderskyddslösning.
- Våtdammsugare, gummiskrapor, skyfflar och sågspån för uppsugning av vatten ska finnas på byggarbetsplatsen. För att avlägsna lössnö kan lövblås användas.
- Det ska alltid finnas en person på byggarbetsplatsen som har befogenhet att fatta beslut om montaget ska avbrytas på grund av väderomslag.
- Väderskyddande åtgärder ska vidtas omgående vid väderomslag eller misstanke om väderomslag.
- Montage ska pågå tills huset är vädertätt eller till planerat avbrott. Vid planerat avbrott såsom etappindelad montage väderskyddas känsliga delar tills montage av nästa etapp.
- Kalibrerad elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammarelektroder, och person som kan hantera mätinstrumentet, ska finnas på byggarbetsplatsen.
- Högsta tillåtna inbyggnadsfuktkvot och ytfuktkvot, enligt projektspecifika krav, ska vara dokumenterade och kontrolleras vid montage. Saknas projektspecifika uppgifter kan 18 % ytfuktkvot ses som riktvärde. **Observera** att ytfuktkvot inte ska förväxlas med inbyggnadsfuktkvot vilken normalt sett är betydligt lägre än 18 % i KL-trä.
- Om högsta tillåtna ytfuktkvot eller inbyggnadsfuktkvot överskrids i samband med montage ska följande utvärderas och vid behov lämpliga åtgärder vidtas, se även kapitel 6, *Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*. Utvärderingen ska dokumenteras och biläggas projektets fuktsäkerhetsdokumentation.
 - Risk för mikrobiell påväxt.
 - Risk för formförändringar som påverka funktionen, såsom exempelvis svällning i underlagsspont.
 - Risk för övrig påverkan som kan påverka funktion och säkerhet.
- Beakta risk för kondens och begränsning av uttorkning vid täckande väderskydd.
- Om fritt vatten når KL-träytor ska vattnet omgående avlägsnas och ytan torka fritt inom ett dygn, det vill säga att ytan inte hindras från uttorkning genom exempelvis anliggande material. Dolda och instängda ytor ska tätas så fritt vatten inte kan ta sig in.
- Dokumentation och uppföljning krävs i samband med montage. Detta kan bestå av fuktmätningar, fuktronder eller loggande fuktmätningar med monterade fuktgivare.



Montage av KL-trästomme.



Figur 5.11 Exempel på lämplig sektionsindelning av byggnaderna för planering av etappindelad montage

- Dag 1
- Dag 2
- Dag 3
- Dag 4
- Dag 5

5.5.2 Branschens exempel på åtgärder för att minska risken för fuktskador under montage

Samtliga exempel på åtgärder i detta avsnitt förutsätter en väl utförd produktionsplanering, se avsnitt 5.1, *Produktionsplanering*, sidan 45. Flera av förslagen påverkar konstruktionslösningen och förutsätter därmed att de projekterats.

Ettappindelad montage

Dela in byggnaden i mindre sektioner och ettappindela montage så att varje montagedag avslutas med vädertätt tak på monterade sektioner, se figur 5.11. Det är viktigt att sektionernas storlek anpassas efter leverans- och montagekapaciteten i projektet. Denna montagestrategi ger möjlighet till att minska tiden under montage då oskyddade delar av KL-trästommen riskerar att utsättas för nederbörd. Montagestrategin ska kombineras med åtgärder för att väderskydda de eventuella delar av KL-trästommen som efter sektionens färdigställande saknar färdigt klimatskal samt vid behov även grundkonstruktionen.

Reservdagar för montage

Ha reservdagar med i planeringen så att det blir möjligt att hantera oförutsedda stopp utan att tidplanen påverkas.

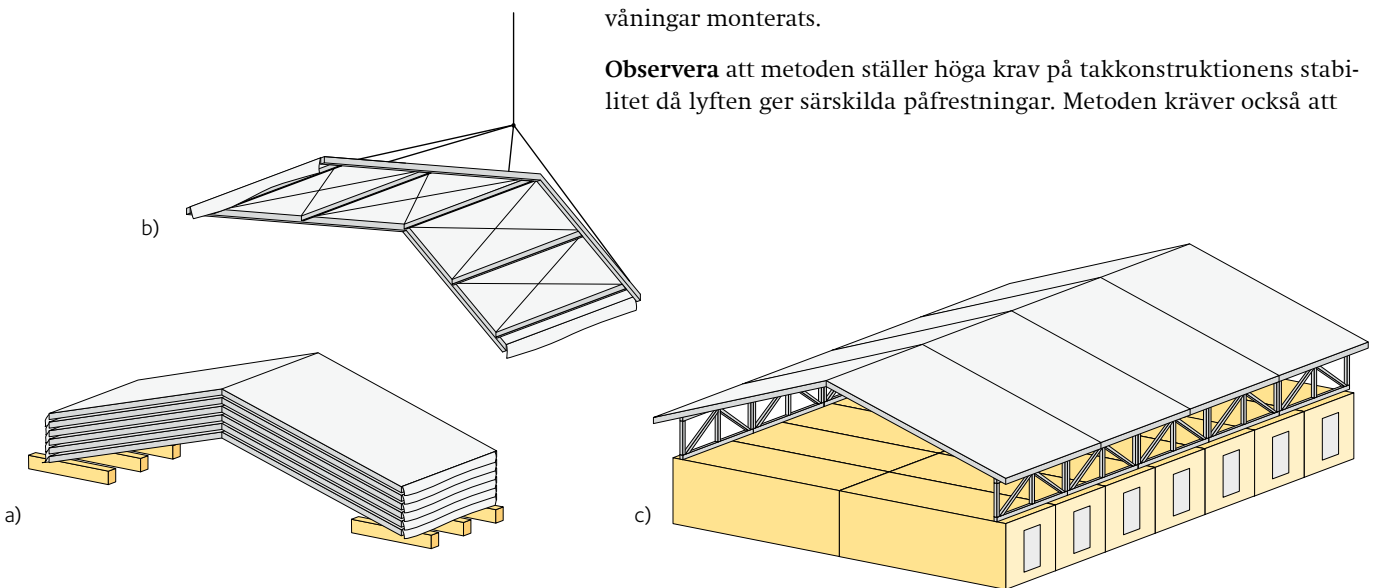
Montage med mobila väderskydd

Använd mobila väderskydd, som kan skydda mot nederbörd mellan montageperioderna. Det mobila väderskyddet kan exempelvis bestå av en stålram med uppspänd duk, se figur 5.12. Utforma det mobila väderskyddet så att regnvatten leds bort och inte rinner på utsidan av KL-träelementen. Det kan till exempel utföras med väl tilltagna takutsprång eller tillfälliga rännor och vattenavledningar.

Färdig takkonstruktion som väderskydd

Vid montage av KL-träelement kan byggnadens yttertak prefabriceras för att kunna nyttjas som väderskydd, se figur 5.13. Takkonstruktionen lyfts då av i samband med montage respektive på i samband med nederbörd eller uppehåll i montage fram till att byggnadens samtliga våningar monterats.

Observera att metoden ställer höga krav på takkonstruktionens stabilitet då lyften ger särskilda påfrestningar. Metoden kräver också att



Figur 5.12 Montage med mobilt väderskydd

- a) Takkonstruktion i sektioner som lagras på hårdgjord yta.
- b) Lyft av tillfälligt väderskydd.
- c) Tillfällig takkonstruktion på plats.

byggarbetsplatsen har stora upplagsytor och att takkonstruktionen ställs på för ändamålet avsedda upplag minst 300 mm ovanför mark. I de fall taket är uppdelat i flera takkassetter ska skarvar mellan dessa utformas så att vatten inte kan ta sig in i konstruktionen.

Bjälklag som provisoriskt väderskydd

I de fall takkonstruktionen inte kan fås på plats inom kort tid kan översta bjälklaget utformas som ett provisoriskt tak för att väderskydda nedanliggande våningar. Det översta bjälklaget ska då förses med heltäckande, vattenavledande skikt och vattenavledningen ut från byggnaden säkerställas. Denna typ av lösning är inte långsiktig och kräver konstant observation för att säkerställa dess funktion tills den slutliga takkonstruktionen är färdigställd.

KL-träelement med helklistrade dukar

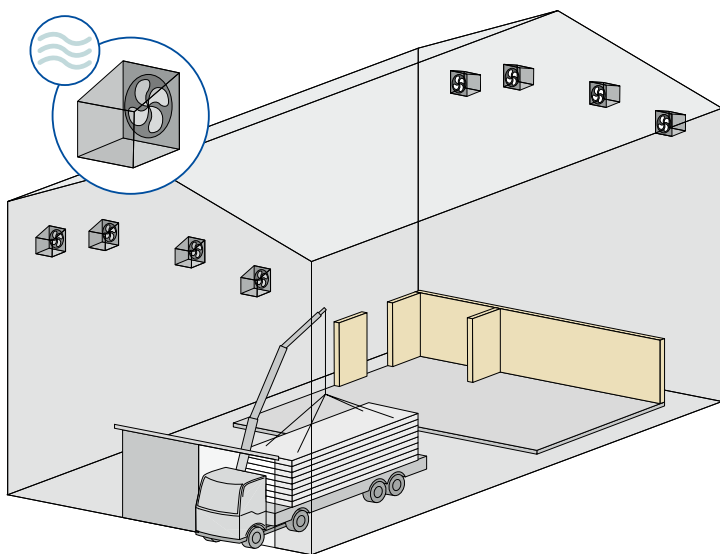
KL-träelementen kan förses med helklistrade dukar som fungerar som väderskydd under montage. Viktigt är att hålrum och skarvar mellan KL-träelementen tätas så att vatten inte kan ledas vidare in i konstruktionen till anslutningar, genomföringar och andra detaljer. Ta hänsyn till behov av lågt diffusionsmotstånd vid val av duk. Väderskyddslösningen, exempelvis duk och klister, får inte försämra KL-träelementets kritiska fuktillstånd eller uttorkningsförmåga.

Heltäckande väderskydd med plats för kranbil

Genom att utforma väderskyddet så att även kranbilen kan stå i väderskyddet under avlastning och montage, reduceras arbetet med att skydda montage, se figur 5.14.

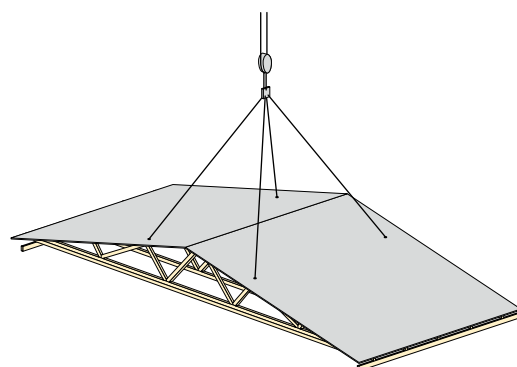
Kontrollerad ventilation i väderskydd

Eftersom det ofta råder utomhusklimat i väderskydd kan KL-träelementen utsättas för hög relativ luftfuktighet, RF, under längre tid. För att förbättra klimatet i väderskyddet kan styrd ventilation installeras, se figur 5.15. Ventilationen kan då styras så att luftväxlingen anpassas till uteluftens uttorkningsförmåga.



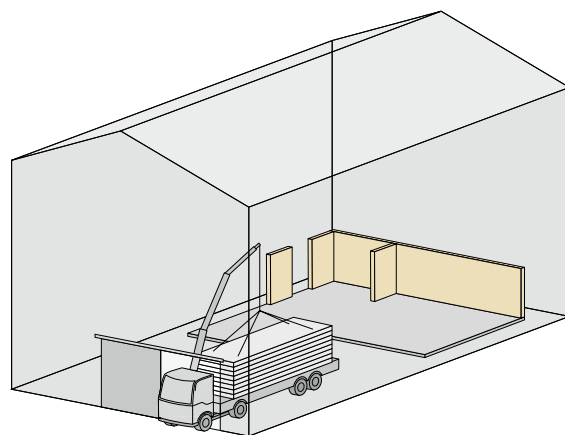
Figur 5.15 Kontrollerad ventilation i heltäckande väderskydd

Styrning av ventilation i väderskyddet som gör att ventilation främst pågår vid uttorkande effekt.



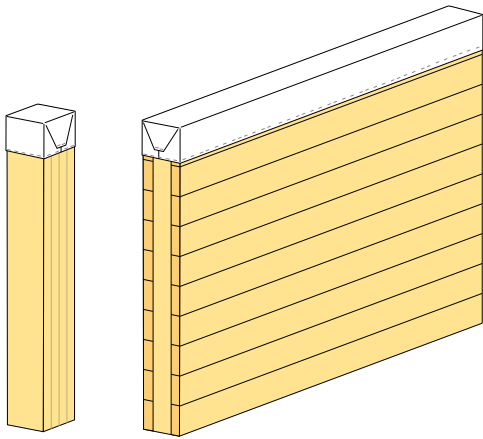
Figur 5.13 Färdig takkonstruktion

Genom att prefabricera den färdiga takkonstruktionen kan denna nyttjas som väderskydd under montage. Viktigt är att takkonstruktionen utformas för att klara upprepade lyft.

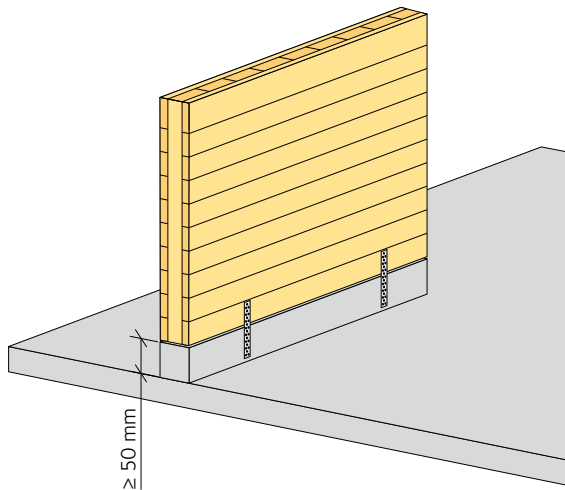


Figur 5.14 Heltäckande väderskydd med plats för kranbil

Den väderskyddade platsen för kranbilen möjliggör en nederbördsfri mottagning och avtäckning av material samtidigt som montage påbörjas.



Figur 5.16 Pelartoppar, balkar och väggelement av limträ och KL-trä kan skyddas med hjälp av huvar eller dukar som stiftas alternativt kläms fast med spännband. Vid stiftning ska hänsyn tas till efter inbyggnad synliga ytor.



Figur 5.17 Upphöjning av KL-träelement från grundplatta Om fritt vatten skulle nå grundplattan kan en upphöjning av första våningsplanet minska omfattningen av efterföljande åtgärder.

Tillfällig huv för skydd mot nederbörd av till exempel pelartopp, balk och väggelement

För att skydda pelartoppar, balkar och väggelement från nederbörd under produktionen kan tillfälliga huvar monteras som skyddar från nederbörd och avleder vatten, se figur 5.16.

Skydd av ändträ

Ändträ som kan komma att bli exponerat för fritt vatten under mon- taget kan med fördel förses med fuktskydd för att förhindra snabb uppfuktning genom kapillärsugning. Fuktskyddet kan exempelvis åstadkommas genom att montera en duk, tejp eller applicera vax på ändträet. Det fuktskyddande materialet får inte påverka verkets kritiska fuktillstånd negativt. Ta även hänsyn till risken för att förseglingen av ändträet kan försvåra uttorkning.

Målningsbehandling av ytor

Målning och annan behandling på ytor som begränsar uppfuktning vid tillfällig exponering för fritt vatten. Behandlingen får dock inte påverka det kritiska fuktillståndet negativt och ska inte ge upphov till emissioner som kan utgöra problem.

Upphöjning av syll eller KL-träelement från grundplatta

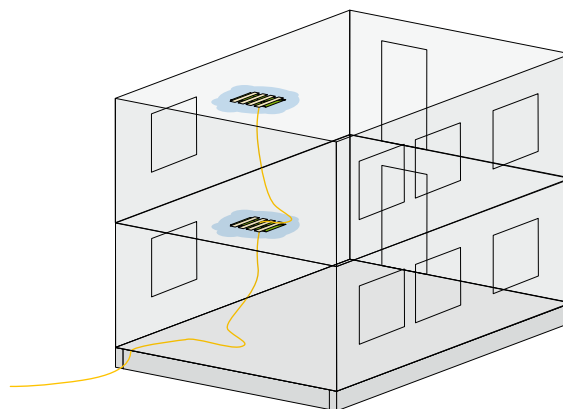
Genom att placera första våningens väggelement på en upphöjning från grundplattan minskas risken för att eventuellt stående vatten på grundplattan letar sig vidare upp i väggarna. Upphöjningen bör vara cirka 50–100 mm och kan exempelvis bestå av en gjuten betongsula, se figur 5.17. Vid utformning av upphöjningen ska köldbryggor beaktas.

Separera KL-träelementen från bjälklagen

Höj upp KL-träelement från bjälklagen genom distanser för att minska risken för att vatten når KL-träelementen.

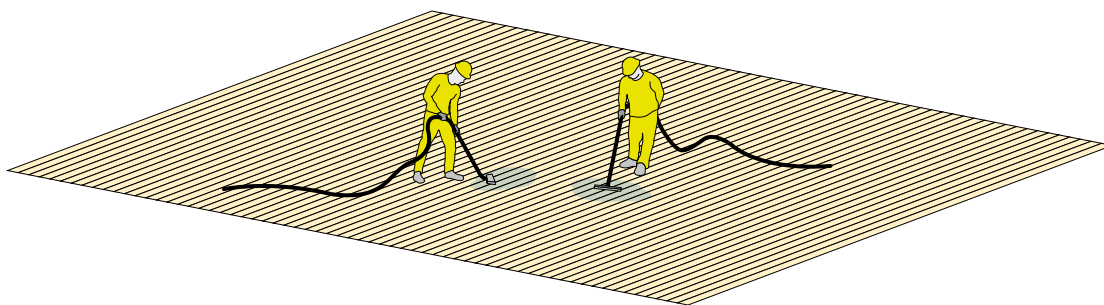
Tillfälliga uppsamlingsbrunnar

Bjälklagsytor kan förses med temporära uppsamlingsbrunnar där vatten kan samlas upp och ledas bort med exempelvis slangar, se figur 5.18. Fritt vatten som når en bjälklagsyta kan då rakas bort till uppsamlingsbrunnen för att därefter ledas ut ur byggnaden. Tillfälliga rännor kan även användas för att leda vattnet mot brunnen. Exponerat ändträ vid håltagning för brunnen ska fuktskyddas.



Figur 5.18 Uppsamlingspunkter för vatten

Om ett läckage eller inträngning av vatten uppstår kan en förebyggande åtgärd vara att ha uppsamlingspunkter dit vatten kan ledas för att därefter ledas ut från byggnaden.



Figur 5.19 Städlag för direkt insats

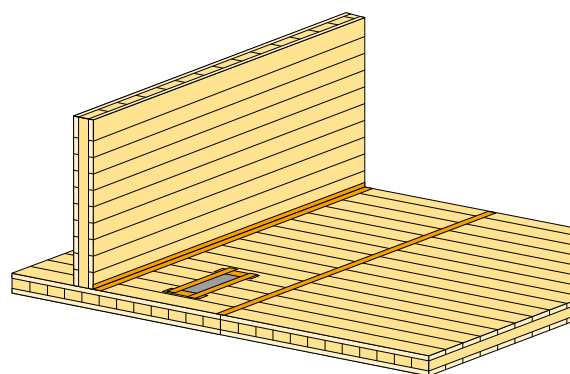
För att minska konsekvensen av ett oförutsett läckage kan ett jourinkallat städlag vara fördelaktigt.

Städlag för direkt insats

Tiden är avgörande då KL-trä utsätts för fritt vatten. Genom att ha beredskap för att direkt kunna hantera en eventuell uppfuktning kan risken för fuktskador med kostsamma åtgärder till följd minskas, se figur 5.19.

Tätning av skarvar och otätheter

Skarvar mellan träelement är kritiska punkter då vatten som letar sig in har svårt att torka ut. Det är därför viktigt att dessa tätas noggrant med tejp, se figur 5.20. Tejpningen ska ske direkt i samband med montage och på torra ytor för att erhålla så god vidhäftningsförmåga som möjligt. Detta gäller såväl insida som utsida av konstruktioner där vatten riskerar att ta sig in under montaget.



Figur 5.20 Tätning av skarvar och otätheter

Konsekvensen av exponering för fritt vatten minskas genom att tätas skarvar, elementmöten med mera med tejp.

5.5.3 Uttorkning av byggfukt

KL-träelement leveras ofta med en låg leveransfuktkvot vilket är fördelaktigt inför inbyggnad. När KL-träkonstruktioner utsätts för utomhusluft med hög relativ luftfuktighet, RF, under lång tid, innan ett tätt hus med uttorkningsklimat uppnåtts, sker däremot en uppfuktning av materialet. Beroende på årstid kan det därför krävas olika lång uttorkningstid. För att hantera det, kan uttorkningsklimat uppnås etappvis eller genom att uttorkningsklimat upprätthålls inom väderskyddet.

Några kortfattade tumregler

- Höst, vinter och vår: Värme plus omblandande fläktar plus ventilation.
- Sommar: Avfuktning eller kraftig ventilation.
- Lufttäta och isolera före uttorkningen startas. Extra viktigt vid byggvärme då risk annars finns för fuktskador.
- Ju snabbare uttorkningen startar, desto mindre risk för fuktskador.
- Mät torkklimatet för att kunna styra det.
- En millimeter nederbörd ger en liter vatten per kvadratmeter.
- Vid uttorkning av en betongplatta avges mycket fukt till byggnaden som kan kräva extra uttorkningskapacitet.

För att uttorkning ska ske krävs ett bra uttorkningsklimat efter tätt hus. Uttorkningen bör startas upp så fort som möjligt efter att klimatskalet är isolerat och lufttätt. Vad som är lämpligt uttorkningsklimat och hur man skapar detta beror framför allt på årstiden och hur fuktig byggnaden är. Generella tumregler för uttorkningsklimat att sträva mot är att relativa luftfuktigheten, RF, inte bör överstiga 60 %



Kontorsbyggnad med stomme av limträ och KL-trä.

och lufttemperatur bör minst vara 18 °C. Vid låg utomhustemperatur kan dock 18 °C vara för varmt och skapa problem med deformationer och sprickor i byggmaterial som torkar för snabbt. Vid låg utomhustemperatur kan det vara mer lämpligt att sikta på cirka 10 °C högre lufttemperatur än utomhustemperaturen, dock inte lägre än 10 °C.

När ett styrt uttorkningsklimat sätts igång bör klimatet förändras successivt under några dagar till önskat uttorkningsklimat uppnås. För snabb ändring av klimatet, såsom temperatur och relativ luftfuktighet, RF, kan resultera i skador i form av till exempel torksprickor eller virke som vrider sig. Här är det viktigt att leverantörens rekommendationer följs.

Ett lufttätt klimatskal är en förutsättning för att skapa en bra torkmiljö. Är inte byggnaden lufttät blir alla insatser utspädda med utomhusluft och hela torkmiljön blir mycket känslig för anblåsning från vind utifrån. Vid luftotäta byggnader blir därför energibehovet orimligt stort stora delar av året. Dessutom är klimatskalets lufttätthet viktig för att förhindra att fuktig luft läcker ut i kalla delar av byggnadskonstruktionen och fukta upp dessa delar. Av denna anledning är lufttättheten i bjälklaget mot vinden eller i övre delar av höga byggnader extra viktig eftersom termisk drivkraft, så kallad skorstensverkan, gör att varm luft vill stiga uppåt i byggnaden och riskerar att läcka ut på till exempel vinden och kondensera.

Mer information om uttorkning finns i *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*.

Här följer ett antal punkter att ta hänsyn till vid uppfyllande av uttorkningsklimat:

- **Etappindelning** – Om montaget av KL-träelementen medför att de utsätts för hög relativ luftfuktighet, RF, från utomhusluften över längre tid, kan uttorkningsklimat uppfyllas genom att bygga etappvis.
- **Avfuktning** – Ta hänsyn till rådande temperatur vid eventuell avfuktning. Vid låga temperaturer är sorptionsavfuktare mer effektiva än kondensavfuktare.
- **Säkerställ uttorkningsklimatet i hela byggnaden** – Uttorkningsklimatet ska uppnås i hela byggnadens volym, vilket kan kräva god luftomblandning och/eller flera värmekällor eller avfuktare som placeras på olika ställen.
- **Loggning** – Uttorkningsklimatet loggas på kritiska positioner. Kritiska positioner bedöms projektspecifikt. Uttorkningsklimatet kontrolleras i samband med fuktrond av fuktsäkerhetsansvarig produktion och vid eventuella avvikelser kontaktas sakkunnig, exempelvis Byggdoktor eller Diplomerad fuktsakkunnig, för bedömning av lämplig åtgärd.
- **Lufttätthet** – Under uttorkningstiden är lufttätthet mot vind- och takkonstruktion extra viktig eftersom där är risken extra stor för att fuktig luft ska läcka upp och orsaka fuktskador genom så kallad fuktkonvektion.
- **Undvik kalla ytor** – Under uttorkningstiden kan fuktig luft kondensera på ytor som är kalla. Därför är det viktigt att klimatskalet är isolerat.

Byggvärme eller avfuktning?

På vintern används lämpligast värme i kombination med ventilation för att torka ut material. När temperaturen i materialet höjs, släpper materialet ifrån sig fukt. Ju högre temperatur, desto snabbare uttorkning. Man kan dock inte höja temperaturen för snabbt. Det kan leda



Montage av Sara kulturhus, Skellefteå.

till problem som till exempel torksprickor. Det är viktigt att den varma och fuktiga luften ledas ut ur byggnaden utan att passera kallare utrymmen där fukten riskerar att fastna såsom till exempel vindar.

Sommartid används lämpligen avfuktare för att torka ut material. När avfuktaren sänker den relativa luftfuktigheten, RF, i luften så kommer fukten i materialet att vandra från materialet till luften för att utjämna skillnaden. När skillnaderna mellan mängden fukt i materialet och mängden fukt i den omgivande luften minskar stannar uttorkningsprocessen av. Tänk på att kondensvatten måste ledas till brunnar alternativt att varm avfuktad luft leds direkt ut ur byggnaden.

För att avfuktningen ska fungera effektivt ska klimatskalet vara lufttätt. Om ett enskilt utrymme ska uttorkas behöver alla fönster, dörrar och andra öppningar lufttätas. Om det uttorkade området behöver beträdas under tiden som uttorkningen pågår, monteras tillfälliga öppningar som kan förslutas direkt efter passage.

Under produktionen är det viktigt att ha kontroll på hur luften rör sig i byggnaden, det vill säga hur byggnadens tryckbild ser ut. Luft från utrymmen under uttorkning får exempelvis inte ledas ut till trapphus, schakt med mera, eftersom luften då kan ta sig vidare och fukta upp andra utrymmen. Under uttorkning är det därför viktigt att lufttäta och/eller med hjälp av fläktar säkerställa att luften inte tar oönskade vägar.

5.6 Kontroll vid uppfuktat KL-trä

Vid uppfuktning av KL-träelement behöver uppfuktningens omfattning ringas in. Det ska då säkerställas att vatten inte trängt vidare till oåtkomliga ytor, så som bjälklagsanslutningar, elementskarvar, håligheter och springor. Om uppfuktningen inte spridit sig mer än till åtkomliga plana ytor, blir åtgärden och kontrollen mindre omfattande.

Vid konstaterad uppfuktning ska de generella punkterna under *kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61*, gås igenom. Nedan följer några specifika råd för KL-trä vid mätning av fuktkvot efter konstaterad uppfuktning. Råden är uppdelade beroende på hur uppfuktningen skett.

Uppfuktning genom fritt vatten:

- Mät ytfuktkvot i den omfattning att hela uppfuktningssområdet kan ringas in.
- Mät fuktkvoten med hammarelektrod vid närliggande platser där vatten kunnat ta sig till springor, anslutningar och andra mindre åtkomliga ytor.
- Mät dels ytfuktkvot och dels fuktkvot i djupet på virkesprofilen.
- Om uppfuktningen inte kan ringas in behöver experter tillkallas.

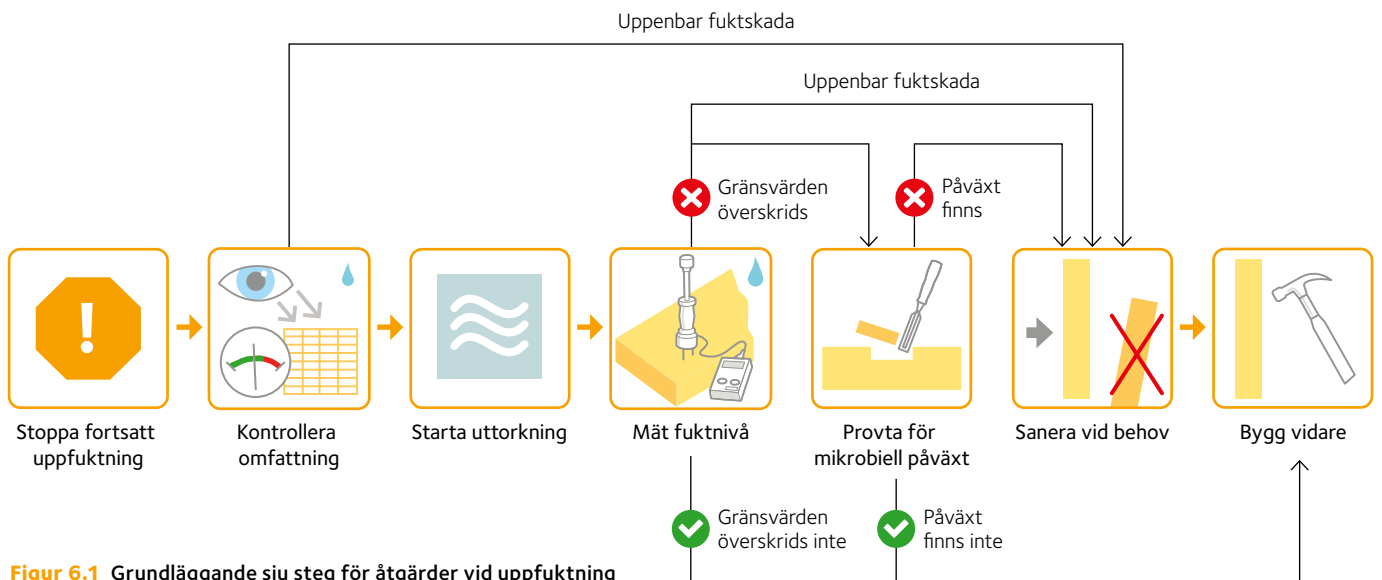
Uppfuktning genom fuktig luft:

Uppfuktning kan även ske på grund av fuktig luft. Det kan vara fuktig luft i byggnaden eller fuktig utomhusluft.

Om KL-trä uppfuktas av fuktig luft är det bra att bevaka hur djupt uppfuktningen nått. Då behöver fuktkvoten kontrolleras på flera djup genom virkesprofilen.

- Mät ytfuktkvoten på virket.
- Mät fuktkvoten på olika djup i virkesprofilen genom att slå i stiften en bit i taget.
- En uppfuktning på grund av hög relativ luftfuktighet, RF, kan vara svår att ringa in. Det viktiga är att ytfuktkvoten inte överskrider kritiskt fuktillstånd och att uppfuktningen kan torkas ut till inbyggnadsfuktkvoten.

Åtgärder vid uppfuktning



Figur 6.1 Grundläggande sju steg för åtgärder vid uppfuktning

Vid uppfuktning finns sju stycken grundläggande steg att hantera. Arbetet i samtliga steg ska dokumenteras.

1. Stoppa fortsatt uppfuktning
2. Kontrollera omfattning
3. Starta uttorkning
4. Mät fuktnivå
5. Prova vid behov och utvärdera om mikrobiell påväxt kan ha uppstått
6. Sanera vid behov
7. Bygg vidare.

- 6.1 Stoppa fortsatt uppfuktning 61
- 6.2 Kontrollera omfattning 62
- 6.3 Starta uttorkning 62
- 6.4 Mät fuktnivå 62
- 6.5 Prova vid behov och utvärdera om mikrobiell påväxt kan ha uppstått 63
 - 6.5.1 Tolkning av analysresultat 64
- 6.6 Sanera vid behov 64
 - 6.6.1 Industrins praktiska rekommendationer för sanering i samband med nyproduktion 66
- 6.7 Bygg vidare 66

6.1 Stoppa fortsatt uppfuktning

1. Stoppa fuktkällan omedelbart.
 - Täta väderskydd.
 - Se över vattenavledning, exempelvis hängrännor, stuprör eller tillfälliga uppsamlingsbrunnar.
 - Stäng läckande trycksatta ledningar.
 - Se till att vatten avleds säkert från eventuellt väderskydd.
2. Skrapa och sug upp fritt vatten.
 - Använd rakor om det finns möjlighet att avleda vattnet säkert utan att det sprids till andra konstruktioner. Går inte det måste våtdammsugare användas.
3. Avlägsna uppenbart genomblött demonterbart eller löst material som exempelvis isolering och skivmaterial.
 - Ta ut materialet från byggnaden.



Mätning av fuktkvot.

6.2 Kontrollera omfattning

1. Mät om det är fuktigt, det vill säga fuktkvot, vid och omkring uppfuktat område.
2. Uppskatta uppfuktningens spridning.
 - Undersök om fritt vatten spridit sig till andra våningsplan och konstruktioner.
 - Öppna upp konstruktioner om det behövs.

Ansvarig byggtreprenör, enligt ByggaF Fuktsäkerhetsansvarig produktion, beslutar ifall vidare kartläggning krävs.

Se även Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF-rapport *Kontrollverktyg för god inomhusmiljö*, bilaga 7 och 8.

6.3 Starta uttorkning

1. Starta uttorkningsinsatsen skyndsamt efter det att uppfuktningen upptäckts för att minska risken för fuktskador.
2. Öppna konstruktionen så att materialet som ska torkas är exponerat på så många sidor som möjligt. Avlägsna uppenbart genomblött demonterbart eller löst material som exempelvis isolering och olika skivmaterial. Flersidig uttorkning ökar uttorkningshastigheten och minskar risken för instängd fukt. Beakta bärförmåga innan friläggning.
3. Bestäm lämplig uttorkningsmetod utifrån vilket uttorkningsklimat som krävs. Det varierar beroende på flera parametrar, se vidare avsnitt *Uttorkning av byggfukt* under respektive byggsystem.
 - Räcker omgivande klimat för uttorkning eller behövs höjd temperatur, sorptionsavfuktning eller kondensavfuktning?
 - Uppfuktningens omfattning – krävs avfuktning av hela rum eller punktinsatser i avgränsade delar?
 - Behövs fläktar för att cirkulera luften i rummen?

Principiellt gäller att byggvärme nyttjas vintertid och att avfuktning krävs sommartid.

6.4 Mät fuktnivå

Uttorkningsförloppet behöver följas upp genom mätning, för att ge underlag till om utökad torkinsats krävs och hur man går vidare i kommande steg.

- Mät och protokollför kontinuerligt, till exempel varannan dag, temperatur och fuktkvot i uppfuktat material som är under uttorkning. Mät dels materialets ytfuktkvot för att bedöma risken för påväxt, dels på djupet för att bedöma hur djupt uppfuktningen nått och om fortsatt uttorkning krävs.
- Uttorkning pågår till och med att inbyggnadsfuktkvoten eller kritisk fuktkvot underskrids.

6.5 Provtä vid behov och utvärdera om mikrobiell päväxt kan ha uppstått

Under åtgärder för att torka ut fuktsskadat byggmaterial ska ställning tas om en mikroskopisk analys av mikrobiell päväxt bör göras som underlag till beslut om vidare åtgärder. Risken för päväxt päverkas bland annat av trämateriallets ytfuktkvot och dess temperatur.

Innan provtagning görs ska det utvärderas om det är mer effektivt och lönsamt att direkt utföra sanering eller åtgärd på hela berörda området.

Det finns många osäkerheter och kunskapsluckor vad gäller hur lång tid det tar innan mikrobiell päväxt uppkommer under olika förutsättningar. Med aktuell kunskap har erforderliga uttorkningstider inom vilka risken för päväxt bedöms som låg uppskattats i *tabell 6.1* nedan. **Observera** att tiderna inte ska betraktas som absoluta gränser för när mikrobiell päväxt kan uppstå. Underlaget för tiderna gäller för uppfuktning till följd av fuktig luft och inte fritt vatten. Är uppfuktningen orsakad av fritt vatten som inte avlägsnats inom ett dygn efter uppfuktning och med efterföljande aktiv uttorkning, bedöms mikrobiell päväxt kunna uppkomma betydligt tidigare.

- Provtäning görs på materialets yta efter färdigställd uttorkning om:
 - Synlig missfärgning förekommer på virket som uppfuktats
 - Ytfuktkvotens varaktighet och nivå överskrider gränsvärden i *tabell 6.1*.
 - Vid osäkerhet, exempelvis om oåtkomliga eller omätbara ytor varit uppfuktade, ska alltid prov för mikrobiologisk analys tas om man inte väljer mekanisk sanering av hela uppfuktningens område.

Tabell 6.1 Vägledning för att bedöma dimensionering och tidsåtgång för uttorkningsinsats av trä

Tabellen anger inom vilken tid från en uppfuktning virkets ytfuktkvot ska nå 18 % eller lägre, vid olika temperaturer, för att minska risken för mikrobiell päväxt. Vägledningen förutsätter att fritt vatten avlägsnats inom ett dygn från att det uppkom och att uttorkningsinsatsen mot virkets yta startar omgående. Tabellvärdena är baserade på studier där materialet är uppfuktat hygroskopiskt, det vill säga via den omkringliggande luftens relativa fuktighet, och kan därför skilja sig från fall när materialet är uppfuktat via fritt vatten.

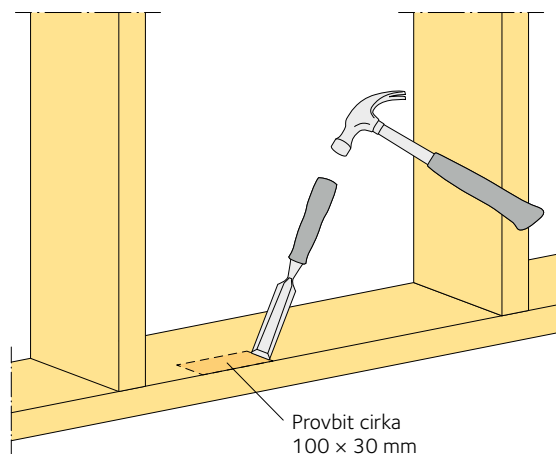
Underlaget bygger på aktuell kunskap inom vilket det råder kunskapsluckor, varför tiderna inte ska betraktas som definitiva utan endast vägledande. För en mer utförlig tabell samt bakomliggande studier, se *avsnitt 8.2, Mikrobiell päväxt på byggnadsmaterial, sidan 73*.

Relativ luftfuktighet (%)	Ytfuktkvot ¹⁾ (%)	22 °C ²⁾		10 °C ²⁾	
		18 % ³⁾ ytfuktkvot måste uppnås inom antal veckor		18 % ³⁾ ytfuktkvot måste uppnås inom antal veckor	
95	27	1		2	
90	22	2		8	
85	20	3		12	

¹⁾ Fuktqvotsvärden är översatta från relativ luftfuktighet till fuktqvot via sorptionskurvan för trä i *Fukthandbok – Praktik och teori* utgiven av Svensk Byggtjänst. Medelvärde från uppfuktning- och uttorkningskurvan har använts.

²⁾ **Observera** att temperaturen avser yttemperaturen på materialen, vilka kan avvika från omgivande lufttemperaturer på grund av exempelvis solljus.

³⁾ Högsta tillåtna ytfuktkvot enligt AMA Hus 24.



Figur 6.2 Uttagning av provbit med hjälp av hammare och stämjärn

Tabell 6.2 Exempel på vägledning för hur resultat från mikrobiologisk analys av en materialyta kan tolkas

Begreppen för att beskriva frekvens av påväxt kan variera mellan olika laboratorier.

Frekvens av påväxt	Vägledande tolkning
Ingen	Ingen åtgärd
Sparsam eller liten	Ingen åtgärd
Måttlig eller medel	Sanera
Riklig eller omfattande	Sanera

- Provtagning görs där det är mest fuktigt och har varit fuktigt under längst tid, samt där materialet är smutsigast och störst fuktmarkeringar förekommer.
 - Skicka provet för analys. Välj ett laboratorium som erbjuder en mikroskopisk analys av mikrobiell påväxt på materialets yta.
 - Följ laboratoriets instruktioner om provtagning, förpackning och så vidare.
 - **Observera** att provet alltid ska läggas i papperspåse eller papperskuvert. Om provet placeras i en tät plastpåse finns risk för att tillväxt av mikroorganismer sker under transport om provet är fuktigt. Resultaten från analysen blir då missvisande.
 - Se instruktioner för provuttag i *avsnitt 7.5, Provuttag för mikrobiologisk analys, sidan 70*.
- Undantag från analys kan göras om man istället planerar att gå direkt till mekanisk sanering eller utbyte av misstänkt skadat material.

Läs mer om mikrobiologiska analyser i *avsnitt 8.2.4, Mikrobiologiska analyser, sidan 77*.

6.5.1 Tolkning av analysresultat

Tabell 6.2 kan användas som en vägledning för hur resultat från mikrobiologisk analys kan tolkas.

Beslut och underlag till vilka åtgärder som vidtas efter att ett analysresultat tolkats ska dokumenteras i projektet.

6.6 Sanera vid behov

När sanering bedöms som den mest lämpliga metoden för att åtgärda mikrobiell påväxt på fuktsskadat trä så ska rekommenderade metoder i första hand användas. Varje projekt har egna specifika förutsättningar för hur bra och effektivt en sanering kan utföras. Åtkomsten till ytor för att kunna genomföra arbetet är en av de främsta begränsningarna som ska beaktas och då förslagsvis redan i projekteringsfasen samtidigt som övriga fuktsäkerhetsfrågor hanteras i projektet. Vanligtvis är ställen i konstruktionen som är svåra att torka ut även svåra att sanera, som skarvar, infästningar och genomföringar.

Behov av byte av skadat material bedöms i steget före sanering och ska inkludera en helhetsbedömning så att byggnadsmaterial inte rivs ut och kasseras om det inte behövs. En effektiv materialanvändning ska alltid värderas sett till kraven i miljö- och avfallslagstiftningen.

Saneringsmetoderna som vanligen används är mekaniska och kemiska. De har sina för- och nackdelar enligt *tabell 6.3, sidan 66*. Olika typer av mekanisk sanering är de metoder som idag främst rekommenderas. Kemiska produkter som rengöringsmedel kan användas men tillgången på data är begränsad gällande hur effektivt medlen fungerar på trä. Kemiska bekämpningsmedel prövas enligt kemikalielagstiftningens krav på effektivitet och säkerhet. Effekten utvärderas dock mot målorganismernas tillväxt och inte avlägsnande av påväxt från virket. Därav är kemiska bekämpningsmedel i gränslandet för vad som kan kallas för saneringsmedel eftersom syftet inte är att avlägsna påväxten utan att bekämpa ytterligare påväxt och nedbrytning av densamma.

Förslag på tillvägagångssätt vid sanering

Alternativ 1, rekommenderas när uppfuktningens omfattning inte säkert kan fastställas:

- Sanera ytor med synliga fuktskador och fuktmarkeringar och lägg på en säkerhetsmarginal utanför området.
- Ta ett prov för mikrobiologisk analys utanför det sanerade området för att bekräfta att ingen vidare mikrobiologisk påväxt förekommer.
- Sanering utförs till den gräns eller yta där man med hjälp av mikrobiologisk analys kan påvisa att mikrobiell påväxt inte förekommer.
- Efter utförd sanering verifieras ytorna med samma mikrobiologiska analysmetod.

Alternativ 2, rekommenderas när uppfuktningens omfattning kan fastställas:

- Sanera ytor så långt uppfuktning skett och lägg på en säkerhetsmarginal utanför området.
- Detta förutsätter att man med säkerhet känner till uppfuktningens område och att uttorkning inte hunnit ske innan man mäter.
- En verifierande mikrobiologisk kontroll utförs på det sanerade området efter att saneringen utförts.

Om det finns fuktskador med mikrobiell påväxt som följd på material redan efter transport eller lagring så bör detta inte användas i bygget. Är det stora byggelement som har påväxt så kan det ändå vara aktuellt att sanera bort skadorna och då i första hand före montering. Delar som är lätt att byta ut kan vara effektivare att byta ut än att sanera.

Ytor är i vissa fall inte åtkomliga för sanering och då behöver en kontroll eller bedömning utföras av sakkunnig kring lämplig åtgärd.

I fall då ytorna är nedsmutsade eller på annat sätt har ett behov av rengöring så kan rengöringsmetoder med rengöringsmedel väljas. Smuts som jord, sand, grus, spill, damm etcetera som varit fuktigt eller blött fastnar ofta i vedens ytliga delar, det vill säga från ytan och ner någon enstaka mm in i veden. Det kan vara svårt att skilja smuts från påväxt varför en rengöring kan rekommenderas som ett första steg om det föreligger tveksamheter. En produkt som är avsedd för rengöring ska väljas och metoden som tillverkaren beskriver för rengöring av träytor ska användas. Det kan vara metoder som skurning eller moppning med mera där sköljvattnet samlas upp så att smutsen tas bort från trämaterialen. Efter torkning görs en bedömning av ytans behov av ytterligare åtgärder som provtagning och sanering.

Exempel på rengöringsprodukter som finns att tillgå kan vara olika typer av rengöringsmedel som används innan målning, vanligen kallat målartvätt. Vägledande i valet av rengöringsprodukt är om ytan ska målas efter rengöring och eventuell sanering. Då ska valet av rengöringsmetod följa anvisningarna för respektive färgsystem och produkter som ska användas i det efterföljande steget.

6.6.1 Branschens praktiska rekommendationer för sanering i samband med nyproduktion

Läs vidare om saneringsmetoder i avsnitt 8.3, *Saneringsmetoder*, sidan 79.

Tabell 6.3 Branschens praktiska rekommendationer för sanering i samband med nyproduktion

Metod	Används vid	Fördel	Nackdel	Krav enligt Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS
Slipning	Ytlig påväxt, 0–1 mm. Synliga ytor.	Åtkomligt på synliga ytor.	Dammalstrande. Kräver punktutsug. Fungerar inte på blött virke.	<ul style="list-style-type: none"> • Damm • Buller • Vibrationer
Hyvling	Ytlig till måttligt djup påväxt 0–2 mm.	Avverkar snabbare än slipning. Fungerar på blött virke.	Begränsad åtkomlighet nära vinklar och hörn.	<ul style="list-style-type: none"> • Damm • Buller • Vibrationer • Skärande arbete
Kolsyreblästring	Ytlig till måttligt djup påväxt 0–3 mm.	Kan bearbeta stora ytor på kort tid. Fungerar på blött virke.	Begränsat med entreprenörer.	<ul style="list-style-type: none"> • Yrkserfarenhet krävs • Damm och ångor • Buller
Bekämpningsmedel*	Metoden tillämpas först då ovanstående mekaniska saneringsmetoder konstaterats inte lämpliga.* Endast avsedd målorganism får saneras.	Åtkomligt på synliga och delvis dolda ytor. Kan fungera aktivt och förebyggande mot nya skador. Kan vara ett bra alternativ där risken för påväxt bedöms som stor och där åtkomst för inspektion och andra saneringsåtgärder är begränsad eller inte möjlig.	Ska användas i undantagsfall. Risk för kemisk korrosion ska beaktas vid användning nära andra material än trä. Begränsat antal och typ av produkter.	<ul style="list-style-type: none"> • Kemiska arbetsmiljörisker • Hygieniska gränsvärden

* En utredning och bedömning om lämplighet ska alltid föregå i fall då bekämpningsmedel ska användas. Eftersom bekämpningsmedel inte avlägsnar påväxt i trämaterial ska användning endast ske i fall då bedömningen resulterar i att påväxten inte kan tas bort av praktiska skäl, som att annan sanering inte kan utföras på grund av brist på åtkomlighet, demonterbarhet eller att virkets dimension inte kan minskas ner med ytterligare slipning eller hyvling på grund av risker med nedsatt hållfasthet. Risker med kvarvarande påväxt i materialet ska bedömas med hänsyn till luftkvaliteten inomhus eftersom detta inte riskbedöms vid användning av bekämpningsmedel. Bekämpningsmedlen och dess användning är dock riskbedömda och alla risker som identifierats har beaktats i säkerhetsdatabladet för respektive produkt. Bruksanvisningen för respektive produkt ska användas och följas enligt den gällande och bindande kemikalie- och arbetsmiljölagstiftningen.

6.7 Bygg vidare

Om rutinens steg följts har i detta skede uppfuktningen avhjälppts efter uttorkning genom antingen utbyte av material, sanering av material eller uppmätta ytfuktkvoter som påvisar låg risk för mikrobiell påväxt.

I detta sista steg hänvisar rutinen tillbaka till projektets ordinarie fuksäkerhetsrutiner, det vill säga fuksäkerhetsplanen, i det fortsatta arbetet med att bygga vidare. Exempelvis när det gäller planen för uttorkning av byggfukt och kontroll av att projektspecifika inbyggnadsfuktkvoter uppnås i tid.

Dokumentationen på åtgärderna sammanställs och läggs till projektdokumentationen.

Mät- och kontrollinstruktioner

Här följer beskrivning av, och hänvisningar till, mät- och kontrollinstruktioner.

7.1 Fuktkvotsmätning i trä

Genom mätning av elektrisk resistans med en elektrisk resistansfuktkvotsmätare med isolerade hammarelektroder kan man på ett förhållandevis enkelt sätt bestämma träets fuktinnehåll i form av fuktkvot. Mätprincipen bygger på att den elektriska resistansen i trä är beroende av bland annat fuktinnehåll. Fuktkvot är vikten på förångningsbart vatten i förhållande till vikten på torrt material. Enheten är kg/kg men uttrycks ofta som procent.

En fuktkvotsmätare har två metallstift som slås in i träet. Resistansen mäts mellan stiften. Genom att slå in stiften olika långt i träet kan man få en uppfattning om fuktfördelningen i träet. Med hjälp av isolerade stift kan man mäta fuktkvoten mer exakt på ett visst djup. Sambandet mellan resistans och fuktkvot skiljer sig något mellan olika träslag. I en kalibrerad fuktkvotsmätare är en eller flera olika kalibreringskurvor inlagda i instrumentet så att fuktkvoten kan avläsas direkt. Vanligtvis är kalibreringskurvorna för gran och/eller furu mest relevanta på en byggarbetsplats eftersom det är de vanligaste träslagen i byggmaterial. Funktionen hos fuktkvotsmätaren bör kontrolleras regelbundet med ett så kallat kalibreringsblock som består av elektriska motstånd med kända resistanser.

Temperaturen påverkar fuktkvotsmätningen och kalibreringen utgår oftast från mätning vid + 20 °C. Mäts fuktkvot vid lägre temperatur så underskattas mätvärdet och vid temperaturer över 20 °C sker det omvända. En enkel tumregel för att kompensera för detta mätfel är att dra ifrån 1,6 procentenheter, 0,016 kg/kg, per 10 °C från avläst värde över 20 °C respektive lägg till 1,6 procentenheter, 0,016 kg/kg, per 10 °C från avläst värde under 20 °C. Det innebär att mäter man fuktkvot vid 0 °C så ska man lägga på cirka 3 %, 0,03 kg/kg, på avläst värde. I handboken *Fukt i trä för byggindustrin, SP Trätek 2005*, finns tabeller för temperaturkompensering.

Fuktkvotsmätning med resistansmetoden visar fuktkvot i "rent" trä. Var vaksam på om träet är behandlat på något sätt eftersom salter, impregnering och lim med mera kan vara elektriskt ledande och därmed orsaka ett felaktigt mätresultat.

Mät inte i kvistar eller sprickor då det kan ge missvisande resultat.

7.1.1 Fuktkvotsbegrepp

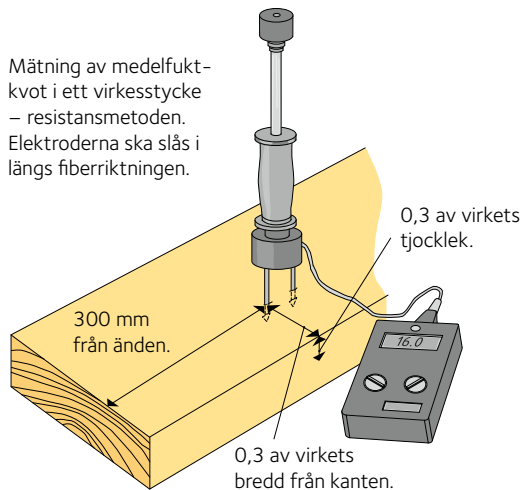
Beroende på hur fuktkvoten mäts så kan man få ut olika information. Med hjälp av fuktkvotsmätaren kan mätningar utföras för att bedöma ett virkespartis medelfuktkvot, bedöma yfuktkvot och fuktkvotgradient i träreglar, undersöka fuktförhållanden under byggande eller kontrollera fuktkvoten i befintliga konstruktioner.

Här följer några olika fuktkvotsbegrepp som beskriver olika sätt att mäta fuktkvot och exempel på tillfällen där det är lämpligt att mäta fuktkvot enligt dessa.

- 7.1 Fuktkvotsmätning i trä 67
 - 7.1.1 Fuktkvotsbegrepp 67
- 7.2 Fuktmätning i betong och golvväpning 69
- 7.3 Indikationsmätning med fuktindikator 69
- 7.4 Fukt- och temperaturmätning i luft 69
- 7.5 Provvuttag för mikrobiologisk analys 70

Tabell 7.1 Fuktkvotsbegrepp

Fuktkvotsbegrepp	Tillfällen, exempel:
Medelfuktkvot Mätinstruktion: Se nedan.	<ul style="list-style-type: none"> Mäts vid mottagningskontroll av virke för att kontrollera att virket levererats med beställd målfuktkvot.
Ytfuktkvot Mätinstruktion: Se nedan.	<ul style="list-style-type: none"> Mäts för att bedöma om det finns risk för mikrobiell påväxt vid mättillfället. Mäts för att kontrollera eller följa upp byggklimatet. Mäts för kontroll av ytfuktkvot före inbyggnad av konstruktion eller före ytbehandling av trä.
Inbyggnadsfuktkvot Mätinstruktion: Fuktkvoten mäts på olika djup i träet. Med hjälp av isolerade stift kan man mäta fuktkvoten mer exakt på ett visst djup. Om kravet är ställt som högsta inbyggnadsfuktkvot så ska högsta uppmätta fuktkvot understiga kravställt värde.	<ul style="list-style-type: none"> Mäts för att kontrollera om kravställt värde på högsta inbyggnadsfuktkvot uppfylls före förslutning av konstruktion. Till exempel före "plastning" och "skivning" av regelvägg.
Fuktkvotsgradient Mätinstruktion: Fuktkvoten mäts på olika djup i träet. Med hjälp av isolerade stift kan man mäta fuktkvoten mer exakt på ett visst djup. Fuktkvotsgradient är det samma som fuktkvotsprofil.	<ul style="list-style-type: none"> Mäts för att följa upp uttorkningsförlopp. Mäts vid undersökning av uppfuktad konstruktion för att ta reda på hur fuktigt det är, var fukten ifrån, hur fukten har spridits och så vidare.



Figur 7.1 Mätning av medelfuktkvot

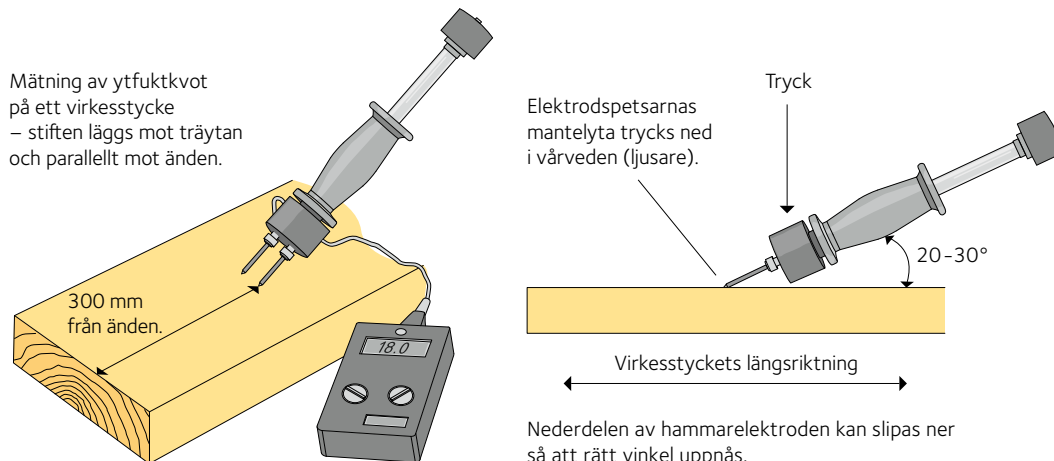
Medelfuktkvot

Ett virkesstyckes medelfuktkvot mäts på följande sätt enligt standarden SS-EN 13183. Mät 300 mm från änden. Slå in de isolerade hammarelektroden på virkesstyckets flatsida längs fiberriktningen, och längs en tänkt linje belägen $0,3 \times$ virkesbredden in från kanten. Mät djupet ska vara $0,3 \times$ virkestjockleken, se figur 7.1.

Ytfuktkvot

Det finns ingen svensk eller europeisk standard för mätning av ytfuktkvoten på virket. Följande metod är tagen från handboken *Fukt i trä för byggindustrin – Fuktegenskaper, krav, hantering och mätning*. Mät ytfuktkvoten med elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammarelektroder genom att tvärs fiberriktningen pressa de isolerade hammarelektroderspetsarnas koniska mantelyta med handkraft ner i virkesytans värved, så att mätspetsarnas halva mantelytor ger ett avtryck i träet tvärs fiberriktningen. Gör alltid tre mätningar tätt intill varandra på mätstället och beräkna sedan ett medelvärde. Medelvärdet stäms av mot aktuellt krav.

Mer information om mätning av fuktkvot finns på TräGuiden, www.traguiden.se, samt i Svenskt Träs publikation *Hantera virket rätt*.



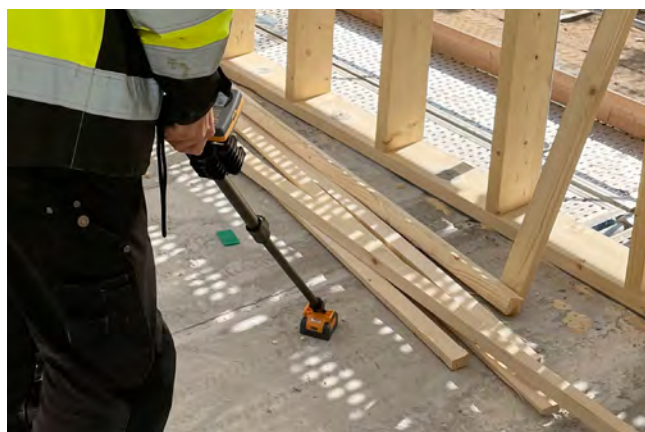
Figur 7.2 Mätning av ytfuktkvot

7.2 Fuktmätning i betong och golvavjämning

Att mäta fukt i betong och golvavjämning är komplicerat och kräver både utbildning och erfarenhet. Därför bör man anlita en auktoriserad fuktkontrollant enligt Rådet för ByggKompetens, RBK, för dessa fuktmätningar.

Fuktmätning i betong görs genom att en fuktgivare monteras i ett borrhål i betongen. Fuktmätning i golvavjämning utförs genom att ett prov tas ut från golvavjämningen. Materialet krossas och placeras i en behållare varpå fuktmätningen sedan utförs på ett laboratorium.

Mer information om fuktmätning i betong finns på Rådet för ByggKompetens hemsida, www.rbk.nu.



Indikationsmätning med fuktindikator.

7.3 Indikationsmätning med fuktindikator

En fuktindikator är ett elektriskt instrument som kan indikera fukt i framför allt tunga konstruktioner så som till exempel betongbjälklag eller murverk. Med detta instrument fås inget mätvärde på relativ luftfuktighet, RF, fukthalt eller fuktkvot men fördelen är att man utan yttre ingrepp kan få en uppfattning om fuktfördelningen på stora ytor. Mätprincipen bygger på att man undersöker om det finns skillnader i mätutslag, så kallad indikation, på ytor som bedöms vara av samma konstruktion och material. Ett högre utslag på instrumentet kan bero på högre fuktinnehåll. Det går inte att utifrån storleken på fuktindikationen avgöra hur fuktigt det är då mätutslaget bland annat beror på material och konstruktion. Till exempel så kommer typ av golvbeläggning påverka resultatet vid fuktindikering av betongbjälklag. Fuktindikatorn reagerar också på metall. Genom att komplettera där det är möjligt med en mätning av relativ luftfuktighet, RF, eller fuktkvot kan fuktindikationen verifieras och användas som referensmät punkt vid fortsatt indikering.

Även en elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammar-elektroder kan användas för fuktindikationsmätning i porösa material. Mätprincipen är den samma som beskrivits ovan, det vill säga man letar efter skillnader i utslag och vid utslag så försöker man verifiera om utslaget beror på fukt eller något annat.

7.4 Fukt- och temperaturmätning i luft

Relativ luftfuktighet, RF, och temperatur kan mätas i luft med elektriska instrument. Det finns instrument för momentanmätning respektive loggande mätningar.

Genom att mäta luftens relativa fuktighet, RF, och temperatur på byggarbetsplatsen erhålls dataunderlag för att styra och följa upp uttorkningsklimatet. Genom att även mäta uteluftens relativa fuktighet och temperatur så kan fuktillskottet inomhus räknas ut. Detta ger också underlag för att styra och följa upp uttorkningsklimatet. Fuktillskottet är skillnaden i ånghalt mellan inne- och uteluften. Ånghalten ges av luftens relativa fuktighet, RF, och temperatur via tabeller eller diagram. *Se avsnitt 8.1, Fukt – så fungerar det, sidan 71.*

När mätningar görs är det viktigt att välja representativa mätplatser. Det är också viktigt att använda kalibrerade instrument och korrigera mätresultatet efter kalibreringsresultatet. Instrument för mätning av relativ luftfuktighet, RF, är vanligtvis känsliga för kondens.

7.5 Provuttag för mikrobiologisk analys

Materialprov ska placeras i papperskuvert eller papperspåsar direkt efter provtagning. Varje enskilt prov läggs i eget papperskuvert.

Observera att proven inte ska läggas i plastpåsar eftersom det då finns risk för att det sker tillväxt av mikroorganismer under transport om provet är fuktigt. Resultaten från analysen blir då missvisande.

Det är viktigt att provet är representativt för den valda provtagningsplatsen. Därför ska för små provbitar undvikas. En lämplig storlek att ha som riktvärde för provuttag från träregel är 100 × 30 mm.

Vid provuttag från material med större yta, till exempel skivor, folier eller dukar kan med fördel, där förutsättningar finns, ännu större provuttag tas, till exempel 100 × 100 mm enligt rekommendationen i SWESIAQs råd nedan.

Följ laboratoriets instruktioner om provtagning, förpackning och så vidare.

Nedan följer ett utdrag ur Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate, SWESIAQs råd för utredning av mikrobiell påväxt i byggnader, www.swesiaq.se.

Uttag av provbitar ur byggnadskonstruktionen

Följ laboratoriets anvisningar om förpackning och transport.

Allmänt gäller:

- Välj ut de platser där prov ska tas och markera på planritning var de är tagna.
- Mät – om det är möjligt – fuktigheten på provtagningsställena och dokumentera byggnadskonstruktionen utifrån och in.
- Materialprov ska bestå av hela materialet, både ytan och minst ett par mm på djupet. Rekommenderad storlek på materialprov varierar mellan olika standarder. I Europa och Norden rekommenderas en kvadratisk yta med sidmåtten 100 mm.
- Rengör provtagningsutrustningen mellan provtagningarna.
- Märk provet med datum, provtagningsplats och materialtyp.
- Fyll i laboratoriets provtagningsprotokoll.

Olika prov kan behöva hanteras på olika sätt:

- Torra prov kan förvaras i förslutningsbar plastpåse under en längre tid. Det kan ibland vara svårt att uppskatta om prover är torra eller fuktiga och om det inte är säkerställt att provet är torrt bör det hanteras som ett fuktigt prov.
- Fuktiga prov bör förvaras i papperspåse och levereras snabbt till laboratoriet, helst inom 24 timmar efter att provtagningen utförts. Detta för att den mikrobiella påväxten inte ska förändras över tid och därmed inte längre vara representativ för skadan på plats.
- Luktande prov bör paketeras i aluminiumfolie för att förhindra luktsmitta.

Grundregeln är att proven skickas in så snabbt som möjligt. Om möjligt bör även ett referensprov av oskadat material bifogas.

Teori

8.1 Fukt – så fungerar det

I detta kapitel beskrivs grundläggande fuktteori. Hur mängden fukt i luft och material beskrivs samt de mekanismer och drivkrafter som styr transport av fukt.

För mer fördjupad information i fuktteori hänvisar vi till *Fukthandbok – Praktik och teori*, utgiven av Svensk Byggtjänst.

8.1.1 Fukt i luft

Mängden vattenånga i luften kallas ånghalt och mäts för det mesta i dessa sammanhang i kg/m^3 , kg vattenånga per m^3 fuktig luft, och betecknas v .

Vid en given temperatur kan luften maximalt innehålla en viss mängd vattenånga. Denna mängd kallas mätnadsånghalten och betecknas v_s , och är starkt temperaturberoende så att ju högre temperaturen är, desto mer vattenånga kan luften innehålla. I *figur 8.1* framgår detta temperaturberoende tydligt där den orangefärgade kurvan, 100 %, visar mätnadsånghalten vid olika temperaturer. I *Fukthandbok – Praktik och teori* finns detta diagram i tabellform.

Samband mellan ånghalt och temperatur

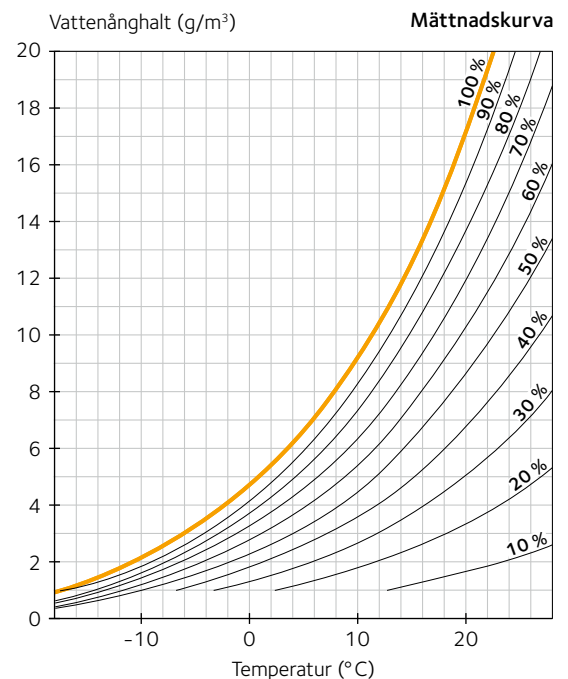
Relativ luftfuktighet, RF, är ett annat viktigt begrepp för att beskriva fukt i luft. Relativa fuktigheten, RF, talar om hur mycket vattenånga luften kan innehålla i förhållande till vad den maximalt kan innehålla vid aktuell temperatur, det vill säga kvoten mellan ånghalten, v , och den aktuella mätnadsånghalten, v_s . Denna kvot kallas relativ luftfuktighet och betecknas RF och mäts normalt i %. Relativ luftfuktighet, RF, är det begrepp som närmast motsvarar hur vi själva upplever luft som torr eller fuktig.

Om luften är fuktmättad är den relativa fuktigheten 100 %. Kyla fuktmättad luft kondenserar fukt ut.

Fukttillskott

Skillnaden i ånghalt mellan inne- och uteluften kallas fukttillskott. Fukttillskottet på en byggplats utgörs normalt sett i huvudsak av byggfukt. Genom att mäta inne- och uteluftens relativa fuktighet och temperatur så kan fukttillskottet räknas ut. Detta ger underlag för att styra och följa upp uttorkningsklimatet.

- 8.1 Fukt – så fungerar det 71
 - 8.1.1 Fukt i luft 71
 - 8.1.2 Fukt i material 72
 - 8.1.3 Fukttransport 72
- 8.2 Mikrobiell påväxt på byggnadsmaterial 73
 - 8.2.1 Allmänt 73
 - 8.2.2 Tid innan påväxt uppkommer 75
 - 8.2.3 Underlag för rekommendation om val för analyser och uttorkning 75
 - 8.2.4 Mikrobiologiska analyser 77
- 8.3 Saneringsmetoder 79
 - 8.3.1 Mekanisk 79
 - 8.3.2 Kemiska produkter 80
 - 8.3.3 Övriga åtgärder 82
 - 8.3.4 Arbetsmiljö 83
- 8.4 Fördjupning nederbördsintensitet 83



Figur 8.1 Samband mellan ånghalt och temperatur

8.1.2 Fukt i material

Porösa material innehåller alltid fukt. En del är fast bundet, kemiskt, i materialet, resten är förångningsbart, det vill säga avgår om materialet värms upp, vanligen till 105 °C. Det är det förångningsbara vatten som vi normalt sett betecknar som fukt i materialet.

Det finns olika sätt att beskriva fukttinnehåll i material. Det vanligaste för att beskriva fukttinnehållet i trä är fuktkvot vilket är vikten på förångningsbart vatten i förhållande till vikten på torrt material. Enheten är kg/kg men uttrycks ofta som %.

$$\text{Fuktkvot} = \frac{\text{Vikt förångningsbart vatten}}{\text{Vikt torrt material}} \quad (\text{kg/kg, \%})$$

Andra begrepp för att beskriva fukttinnehållet i ett material är fukthalt vilket är vikten på förångningsbart vatten i förhållande till materialets volym samt relativ fuktighet som anger fukttillståndet i materialets porer.

$$\text{Fukthalt} = \frac{\text{Vikt förångningsbart vatten}}{\text{Volym material}} \quad (\text{kg/m}^3)$$

Relativ fuktighet = Anger det fukttillstånd som råder i materialets porer (%)

Se även kapitel 7, Mät- och kontrollinstruktioner, sidan 67.

8.1.3 Fukttransport

Fukt transporteras huvudsakligen på tre olika sätt:

Diffusion. Denna transport sker i ångfas och vattenånga diffunderar från högre ånghalt till lägre ånghalt. Drivkraften är skillnaden i ånghalt. Diffusion är ett dominerande transportsätt vid uttorkning av material.

Fuktkonvektion. Fukttransport genom fuktkonvektion innebär att vattenångan följer med en luftström. Med detta transportsätt kan ibland mycket stora mängder fukt transporteras. Om luften dessutom kyls under sin väg, vilket till exempel kan ske om inomhusluft läcker upp på kallvinden, så sjunker luftens mätnadsånghalt och med till följd att relativa fuktigheten, RF, ökar och vattenånga riskerar att kondensera på kalla ytor.

Kapillärsugning. Detta är ett transportsätt där fukten förflyttar sig i material i vätskefas. Drivkraft är något förenklat fukthalten och fukten transporteras, från områden med höga fukttillstånd, till områden med lägre. Ett specialfall är när ett material är i kontakt med flytande vatten, till exempel slagregn. Då kan stora mängder vatten sugas in i materialet. Avgörande för hur mycket vatten som transporteras kapillärt är materialets kapillaritet som beror av porstrukturen. Vissa material suger inte vatten alls och kallas då kapillärbrytande.

För information om uttorkning, se avsnitt *Uttorkning av byggfukt* under respektive byggsystem samt skriften *Byggtorkning – en handbok från Sveriges Byggindustrier*.

8.2 Mikrobiell påväxt på byggnadsmaterial

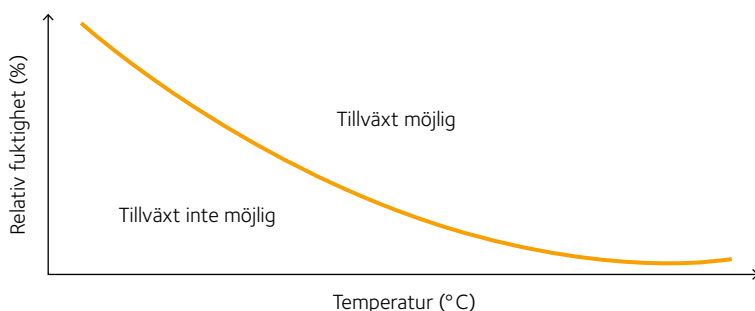
8.2.1 Allmänt

Mikroorganismer finns överallt runt omkring oss. Bakterier, rötsvampar och mikrosvampar, det vill säga mögelsvampar och jästsvampar, har en viktig roll i nedbrytning av material i naturens kretslopp. Luften och materialytor är aldrig helt fria från sporer och svampdelar eller från bakterier. Är förhållandena gynnsamma, framför allt om fukt finns tillgängligt, kan bakterier föröka sig eller sporer gro och hyfer växa till för att bilda en påväxt av ett svampmycel. Mikrobiell påväxt i byggnader kallas i dagligt tal ofta för mögel, som ett samlingsnamn för bakterier och mikrosvampar. I figur 8.2 illustreras förloppet från förekomst av sporer till etablerad påväxt av mögelsvampar.

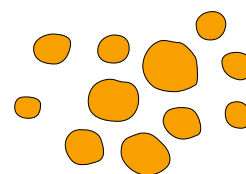
Mikrobiell påväxt är, som alla biologiska processer, ett komplext samspel mellan organismer och deras omgivning. Samspelet mellan olika mikroorganismer, klimatfaktorer och materialegenskaper påverkar om det kommer att växa på ett byggnadsmaterial. Den begränsande faktorn för tillväxt är, som nämnts ovan, fukt. Finns inte tillräckligt med fukt kan inga mikroorganismer växa. Hur mycket fukt som krävs varierar mellan olika grupper av mikroorganismer och mellan olika arter. Generellt kan mögelsvampar växa på byggnadsmaterial vid över 75 % relativ luftfuktighet, RF, vid rumstemperatur. Vissa arter behöver mer fukt. Rötsvampar, jästsvampar och bakterier behöver betydligt högre fuktnivåer än mögelsvampar för att växa. Jäst och de flesta bakterier behöver i princip fritt vatten för tillväxt. När förhållandena är gynnsamma för dessa organismer är det alltså oftast också det för mikrosvampar. Fortsättningen av denna text kommer därför att fokusera på mikrosvampar, så kallade mögelsvampar. Det är också främst förutsättningarna för tillväxt av dessa som studerats på byggnadsmaterial och där mest kunskap finns.

Mikrosvamparnas krav på fukt är temperaturberoende, vid lägre temperaturer krävs det högre fuktnivåer för tillväxt. En generell bild över sambandet mellan fukt, temperatur och gränsen för tillväxt visas i figur 8.3.

Olika byggnadsmaterial är olika känsliga för påväxt. Mikrosvampar behöver näring för att växa, framför allt organiska föreningar.



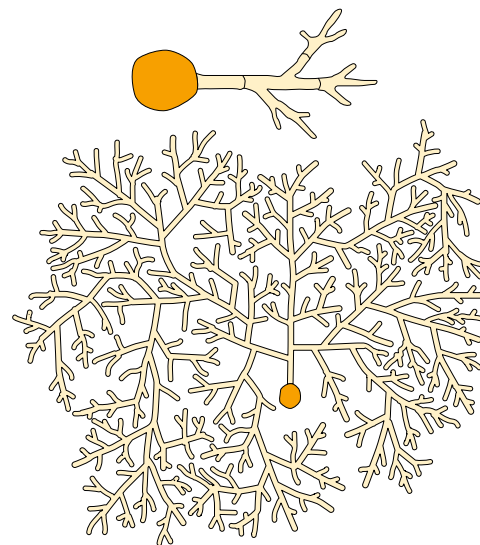
Figur 8.3 Schematisk illustration över förhållandet mellan fuktkrav och temperaturkrav för en generell mögelsvamp. Vid högre temperatur behöver svampen mindre fukt för att kunna växa. Den röda kurvan är gränsen för tillväxt. Ovanför kurvan kan mögelsvampar växa på ett byggnadsmaterial, under kan de det inte. Johansson med flera (2022).



Förekomst av sporer naturligt i luft och på materialytor.

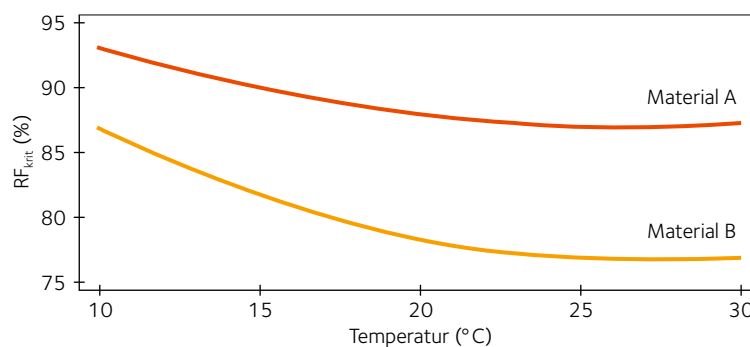


Sporerna har börjat gro och en groddslang bildas som växer till och bildar en hyf. Denna grenar sig i toppen till ett mycel.



Nu har tillväxten satt fart och hyferna fortsätter att dela sig och mycelet växer till. Nu kan ofta påväxten betraktas som så omfattande att den bör åtgärdas.

Figur 8.2 Förlopp från förekomst av sporer till etablerad påväxt av mögelsvampar



Figur 8.4 Schematisk illustration av två byggnadsmaterials kritiska fuktillstånd, RF_{krit} , vid olika temperaturer, Johansson med flera (2022)

Sådana ämnen kan finnas i materialen men också tillföras materialet vid hantering, till exempel genom nedsmutsning med jord eller nederbörd. Hur känsligt ett material är för påväxt kan beskrivas med kritiskt fuktillstånd, RF_{krit} , det lägsta RF när mögelsvamp kan växa på ett specifikt material. Kurvan i figur 8.3, sidan 73, kan också beskriva RF_{krit} . Inga värden finns på axlarna eftersom RF_{krit} varierar mellan olika material och produkter. I figur 8.4 ges exempel på två material med olika RF_{krit} . Om temperatur och fuktförhållanden överskrider det kritiska fuktillståndet finns det risk att mögel växer på materialet.

Erfarenheter från provningar av många produkter och grupper av material visar att det inte går att anta en produkts kritiska fuktillstånd baserat på vilken grupp av material, till exempel gipsskivor eller träbaserade skivor, det tillhör. Provning behövs därför att bestämma en produkts kritiska fuktillstånd. Provningsen görs enligt en standardiserad provmetod. Materialet provas vid flera olika fuktnivåer för att hitta den lägsta nivå där mögel kan växa. Provningsen genomförs vid 22 °C vid fyra olika fuktnivåer, med 5-procentsintervall. RF_{krit} ges därför som ett intervall, där det övre gränsvärdet är det RF där det finns en etablerad påväxt på provet, medan det nedre är det RF närmast under där ingen påväxt finns. I tabell 8.1 ges några exempel på resultat från provningar. Inga produktnamn ges i tabellen men varje material som redovisas är en enskild produkt. Även olika kvaliteter av virke kan hamna i olika grupper, varför det inte går att fastställa ett generellt RF_{krit} för trä baserat på nuvarande kunskap och publicerad forskning.

Med hjälp av en ekvation kan RF_{krit} bedömas för andra temperaturer än den provade.

Tabell 8.1 Exempel på produkters RF_{krit} . Baserat på resultat från Johansson med flera (2012), Johansson med flera (2020), Johansson med flera (2018) samt opublicerad forskning och uppdragsprovning på RISE.

RF_{krit} vid 22 °C	Exempel på produkter
$75 \% \leq RF_{krit} \leq 80 \%$	Sågat och hyvlat trä av gran och furu, plywood, isolerskiva av träfiber, lösullsisolering av träfiber
$80 \% < RF_{krit} \leq 85 \%$	Sågad gran, KL-trä, spånskiva, isolerskiva av träfiber
$85 \% < RF_{krit} \leq 90 \%$	Pappbeklädd gipsskiva, tunn träfiberskiva, sågad gran
$90 \% < RF_{krit} \leq 95 \%$	Pappbeklädd gipsskiva, kalciumsilikatskiva, mineralsullskiva, polyuretanskiva, puts eller murbruk, asfaltpapper
$95 \% < RF_{krit}$	Mineralullskiva, kalciumsilikatskiva, lösullsisolering av cellulosa-fiber, cementbaserad skiva, polyuretanskiva, puts eller murbruk

8.2.2 Tid innan påväxt uppkommer

För att mögel ska börja växa krävs det också att tiden för gynnsamma förhållanden är tillräckligt lång. Det tar alltid en viss tid innan mögel börjar växa på ett material. Hur lång tid som behövs beror på flera olika faktorer.

I figur 8.5 visas resultat från fem olika studier där mögeltillväxt på trä studerats vid samma klimatförhållanden, 90 % relativ luftfuktighet, RF, och 22 °C. I de olika studierna ingick olika typer av virke, bland annat varierade träslag (gran eller furu), ytstruktur (sågade eller hyvlade), kvalitet (bräda, underlagsspont eller plank). Tiden innan påväxt etablerat sig varierade från 3 till 56 dagar, i några fall uppstod inte påväxt under hela provperioden. Det varierar alltså hur snabbt mögel etableras på olika trämaterial vid samma fukt och temperaturförhållanden.

Det finns också andra faktorer, förutom materialegenskaper, som kan påverka hur lång tid det tar innan tillväxt startar, till exempel den relativa fuktigheten och temperaturen. När relativa luftfuktigheten, RF, och/eller temperaturen är högre är förhållanden för tillväxt mer gynnsamma, tiden innan svampen börjar växa blir kortare och tillväxthastigheten är högre. I figur 8.6 illustreras detta med två exempel.

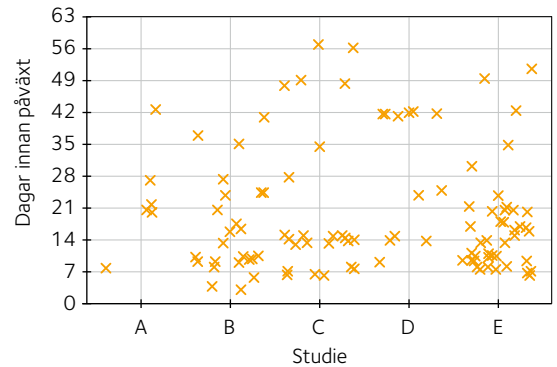
I rapporten "Kritiskt fukttillstånd för mögelpåväxt på byggnadsmaterial", Johansson med flera (2022), kan du läsa mer om förutsättningar för mögelsvampars tillväxt på byggnadsmaterial och om kritiskt fukttillstånd, RF_{krit} . Där finns också metoden för att prova RF_{krit} beskriven och referenser till olika vetenskapliga studier.

8.2.3 Underlag för rekommendation om val för analyser och uttorkning

Ju längre tid ett material exponeras för fuktnivåer över det kritiska fukttillståndet, desto större är risken för mikrobiell påväxt. Det gäller även vid exponering av fritt vatten, till exempel nederbörd eller vattenläckage.

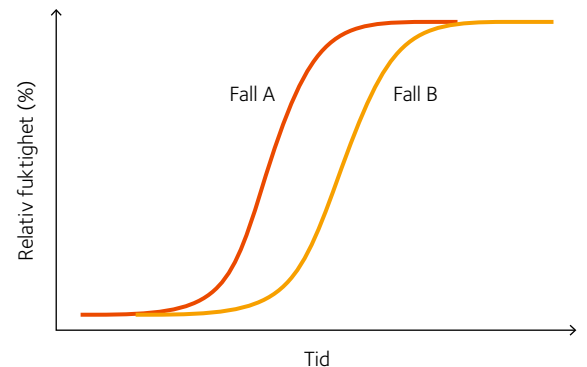
Mot bakgrund av de olika faktorer som påverkar om, och hur snabbt, mikroorganismer etablerar sig på en materialyta så är det svårt att med säkerhet säga hur snabbt ett material måste torkas ut för att undvika mikrobiell påväxt. Om uttorkningsklimatet varierar mellan fuktiga, för mikrobiell tillväxt gynnsamma, förhållanden och torra ogynnsamma förhållanden påverkas också tillväxten. Fortast går uttorkningen om ytorna som ska torkas är fria, det vill säga fritt exponerade för torkklimat. Är de täckta eller inbyggda så tar uttorkningen betydligt längre tid och risken för påväxt ökar.

I flera forskningsstudier har tillväxt av mögelsvampar på byggnadsmaterial vid konstanta eller fluktuerande relativa fuktigheter, RF, och temperaturer studerats, det vill säga i det hygroskopiska området. De flesta är genomförda vid 20–22 °C och framför allt vid höga fuktnivåer, medan det finns färre där materialet provats vid lägre temperaturer. Ett fåtal studier har studerat uttorkning av "blöta" material och hur detta påverkar tillväxten av mikrosvampar. Några studier har genomförts utomhus. I dessa fall har endast missfärgande påväxt studerats, det vill säga det finns ingen information om sådan påväxt som inte syns med blotta ögat. Dessutom har proverna analyserats första gången efter 3 till 12 månaders exponering, vilket gör resultaten svåra att tolka vid kortare tidsförlopp som kan vara vanliga vid byggproduktion.



Figur 8.5 Tid till etablering av mögelpåväxt på olika träprover vid laboratorieprovning

Varje kryss är ett prov. Bokstäverna på x-axeln är olika studier som utförts på samma sätt och prover exponerats vid RF 90 % och 22 °C, efter Johansson med flera (2016).



Figur 8.6 Illustration över tillväxt av mögelsvamp med tid

I det ena fallet, A, tar det kortare tid än i det andra, B, innan mögeltillväxten startar. A representerar mer gynnsamma förhållanden än B, till exempel i form av högre temperatur, högre fuktnivå eller tillgång till mer näring. Från Johansson med flera (2022).

Om materialet utsatts för fritt vatten

I en laboratoriestudie där KL-trä utsattes för simulerad regnbelastning i ett dygn och sedan fick torka snabbt så uppkom ingen mögelpåväxt. Däremot uppkom mögelpåväxt på de ytor som inte var fria och där upptorkningen gick långsammare. På provkroppar som utsattes för en veckas vattenbelastning enligt laboriemetoden uppkom mögelpåväxt oberoende om ytorna var fria eller inte. Denna studie ligger till grund för rekommendationerna i avsnitt 6.5, *Provta vid behov och utvärdera om mikrobiell påväxt kan ha uppstått*, sidan 63, och är uppskattat att innehålla en god säkerhetsmarginal. Ytterligare studier behövs kring tidsgränser för uttorkning för att minska risken för mikrobiell tillväxt.

Om materialet inte utsatts för fritt vatten utan endast luftfukt

I tabell 8.2 redovisas tiden till påväxt vid olika konstanta relativ luftfuktighet, RF, och temperaturnivåerna för ett byggnadsmaterial. Studierna som ligger till grund för tabellen, Johansson med flera (2012), Johansson med flera (2018), är genomförda på samma standardiserade sätt och är därför jämförbara. Proverna är sprayade med en sporrösning, placerade i klimatkammare med kalibrerad och övervakad relativ luftfuktighet, RF, och temperatur och bedömningen av påväxt är gjord på samma sätt. Andra publicerade studier kan ha något annorlunda resultat på grund av annan metodik och provade material. I de studier som används här har flera olika byggnadsmaterial ingått, och tiden till påväxt har varierat inte bara mellan de provade klimaten men också mellan materialen.

Den övre delen av intervallet i tabell 8.2 har använts för rekommendationer i avsnitt 6.5, sidan 63, och tabell 6.1, sidan 63, med en övre gräns på 12 veckor för 5 °C. Rekommendationen i avsnitt 6.5 bygger på att det i utförda provningar finns säkerhetsmarginaler. Den plywood som använts i försöken är känslig för påväxt. Att plywood är känslig för påväxt har konstaterats i fler studier än dessa, både fältstudier och laboratoriestudier. Det kan därför betraktas som ett "worst case scenario". Opublicerade studier av kritiskt fuktillstånd av olika virkeskvaliteter liksom studier av påväxt på trä vid 90 % relativ luftfuktighet, RF, och 22 °C visar att det är ungefär detsamma som för sågad yta på obehandlade sidobrädor. Data för andra temperaturer saknas för dessa material. Andra virkeskvaliteter kan tåla längre tids fuktbelastning utan påväxt. Därför innebär dessa data ibland en säkerhetsmarginal.

Tabell 8.2 Dagar innan påväxt uppkommer på prover av plywood i olika provade konstanta klimat. Proverna har bedömts med några dagars mellanrum, beroende på klimat och studie. Resultaten ges därför som ett intervall.

Den övre delen av intervallet är det analystillfälle där mögelpåväxt kunde konstateras, medan det lägre är det tidigare föregående analystillfälle där ingen påväxt kunde konstateras. Där tiden är 7–14 dagar fanns ingen påväxt vid 7 dagar. Vid 14 dagar fanns påväxt. Denna hade alltså uppkommit någon gång mellan 7 dagar och 14 dagar.

> visar den längsta tiden för provningen. När denna avbröts hade fortfarande ingen påväxt uppkommit och tiden förväntas därför vara längre innan mögel uppkommer. Siffrorna hänvisar till de studier som ligger till grund för tabellen.

Observera att tiderna förutsätter att materialet inte har exponerats för fritt vatten.

RF/Temp	22 °C ¹⁾	10 °C ¹⁾	5 °C ²⁾
95 %	0 < dagar ≤ 7	7 < dagar ≤ 14	43 < dagar ≤ 98
90 %	7 < dagar ≤ 14	49 < dagar ≤ 56	85 < dagar ≤ 140
85 %	14 < dagar ≤ 21	dagar > 84 ³⁾	dagar > 126 ³⁾
80 %	35 < dagar ≤ 42	dagar > 84 ³⁾	dagar > 144 ³⁾
75 %	126 < dagar ≤ 182	dagar > 182 ³⁾	

¹⁾ Johansson med flera (2012).

²⁾ Johansson med flera (2018).

³⁾ Provning avslutades innan mikrobiell påväxt uppkommit.

I studierna som ligger till grund för värdena har höga halter sporer i en vattenlösning tillförts proverna innan de placerats i de olika klimatet. Att använda en sådan spörösning innebär repeterbarhet som gör att olika studier kan jämföras men minskar också tiden innan påväxt något jämfört med om prover med enbart naturlig förekomst av sporer används. Detta ger också en säkerhetsmarginal.

En ytterligare säkerhetsmarginal är att labbprovningen utgår från att det kritiska klimatet är konstant, medan det i praktiken går från kritiskt klimat till ett torrare klimat efter en uppfuktning.

Mer kunskap behövs för att kunna ge säkrare rekommendationer för uttorkningstider med minskad risk för påväxt.

8.2.4 Mikrobiologiska analyser

Oftast syns inte en påväxt av mikroorganismer som en missfärgning. Missfärgningar kan också uppkomma utan att det finns en påväxt. Det kan därför vara svårt att avgöra om ett material är oskadat eller om en missfärgning beror på mögel genom att enbart bedöma det visuellt. För att avgöra om det finns påväxt på ett material eller för att inte sanera eller kassera oskadat material i onödan kan det vara motiverat att göra en mikroskopisk analys av mikrobiell påväxt.

Mikrobiologiska analyser används ofta som ett verktyg i skadeutredningar. Analysresultaten ger tillsammans med mätning av fukt och övriga byggnadstekniska undersökningar ett underlag för att bedöma omfattningen av, och orsakerna, till en uppkommen mikrobiell skada i en byggnad. Det är då viktigt att provet är representativt för konstruktionen. Detta ansvarar provtagaren för. Analysen ger enbart svar på provets status, inte hela konstruktionens. Eventuella åtgärdsförslag för byggnaden kan inte ges enbart utifrån analysresultaten. Tillsammans med fuktmätningar och övriga byggnadstekniska data kan analysresultaten utgöra del av underlag för bedömning av omfattning och orsak till en uppkommen mikrobiell skada i en byggnad och åtgärder för att minska påverkan på innemiljön. Specialistkompetens behövs för att avgöra var provet ska tas och att sätta in analysresultaten i rätt sammanhang. *Tabell 8.3* kan användas för vägledning. Hur omfattningen av påväxt graderas och benämns kan variera mellan olika laboratorier och metoder.

Tabell 8.3 Vägledning för tolkning av analysresultat

Omfattning av påväxt	Fuktförhållanden i konstruktionen där provet togs	Förklaring	Förslag på åtgärd
Riklig	Fuktigt	Är antagligen en aktiv tillväxt.	Åtgärd krävs för att stoppa fukt och sanera materialet. ¹⁾
	Torrt	Det har tidigare varit fuktigt så förhållanden för tillväxt varit gynnsamma. Påväxten är nu inaktiv. Kan bli aktiv om fuktförhållandena ökar igen. Detta kan till exempel vara fallet vid årstidsvariationer.	Åtgärd krävs för att sanera materialet. ¹⁾
Måttlig	Fuktigt	Är antagligen en aktiv tillväxt.	Åtgärd krävs för att stoppa fukt och sanera materialet. ¹⁾
	Torrt	Det har tidigare varit fuktigt så förhållanden för tillväxt varit gynnsamma men omfattningen är inte lika stor som vid riklig påväxt. Påväxten är nu inaktiv. Kan bli aktiv om fuktförhållandena ökar igen. Detta kan till exempel vara fallet vid årstidsvariationer.	Åtgärd krävs för att sanera materialet. ¹⁾
Sparsam	Fuktigt	Antagligen en påväxt i ett tidigt skede. Kan vara aktiv och det finns risk för ökad växt.	Åtgärda fukt.
	Torrt	Har funnits fukt tillräckligt för växt någon gång – har avbrutits.	Ingen åtgärd.

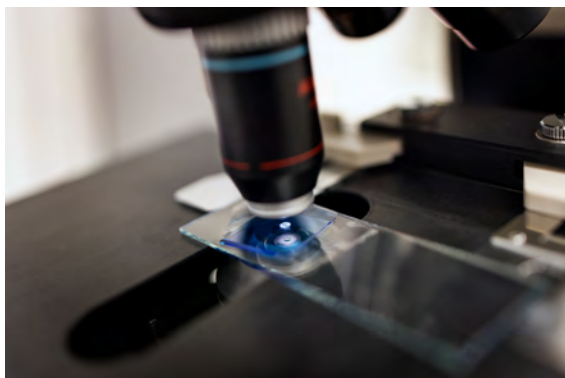
¹⁾ Flera olika typer av åtgärder, till exempel att skadat material byts, slipning av angräpna ytor etcetera. Ett alternativt sätt till om inte fukt går att minska är att byta ut materialet till ett med högre RF_{krit} .



Provbiter analyseras i stereomikroskop.



Provtagning för vidare analys med hjälp av tejpavtryck.



Analys i ljusmikroskop vid 400x förstoring.

Under produktionstiden är syftet med provtagning att undersöka om tillväxt har skett på material som varit fuktat. *Tabell 8.3, sidan 77*, kan då förenklas till att enbart konstatera om påväxt finns och om åtgärder för sanering av ytor då behöver genomföras. I *tabell 6.2, sidan 64*, ges sådana förenklade rekommendationer. Till skillnad från skadeutredningar så behövs ingen specialistkompetens för att ta ut ett prov, vägledningen i *avsnitt 7.5, Provuttag för mikrobiologisk analys, sidan 70*, räcker. Det är viktigt att hantera provet rätt efter provtagning.

Observera att prover aldrig ska läggas i plastpåsar. Risk finns för att tillväxt av mikroorganismer sker under transport om provet är fuktigt. Resultaten från analysen blir då missvisande. Proverna ska läggas i papperskuvert eller papperspåsar.

Ibland rekommenderas att provtagning i samband med att en skadeutredning ska göras även på en referensyta, där påväxten anses vara "normal" för byggnaden, till exempel om syftet är att utreda hur stor skada i en byggnad som orsakats av en nyligen uppkommen vattenskada. Uppmätt värde eller omfattningen, beroende på analysmetod, av mikroorganismer jämförs med referensvärdet och är det högre bedöms påväxten uppkommit som en följd av vattenskadan. Under byggtiden kan normalfallet betraktas vara sparsam eller ingen påväxt, och måttlig eller riklig som en skada. Inget referensprov behöver då tas ut.

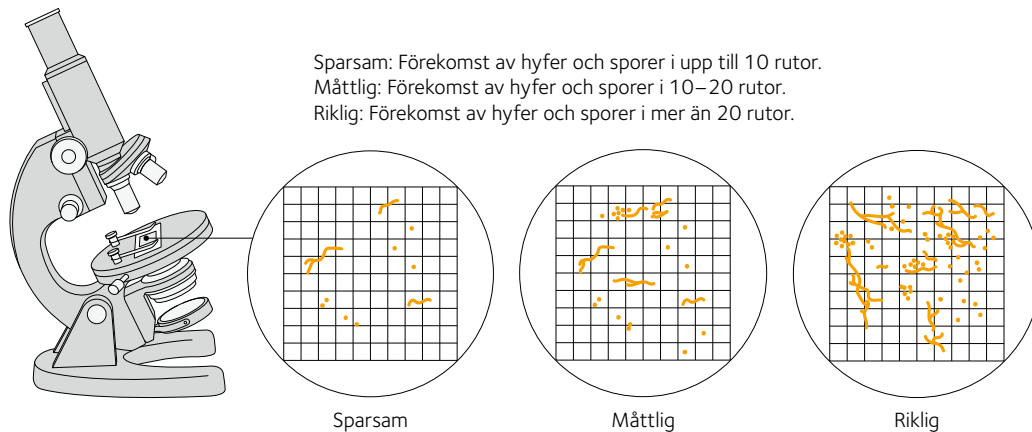
Det finns olika metoder för att analysera påväxt på byggnadsmaterial. Alla har sina för- och nackdelar. Direkta metoder innebär att man analyserar materialytan av det uttagna provet först under ett stereomikroskop vid cirka 40x förstoring. Därefter tas ett mindre prov från ytan som analyseras vid högre förstoring i ljusmikroskop vid 400x, ofta med faskontrast. Detta prov tas genom att ytan skrapas, genom att en tejpbit trycks mot ytan eller genom att en del av fibrösa material plockas ut med pincett. Detta prov läggs sedan på ett objektsglas i en droppe vätska, ibland kan ett infärgningsmedel användas, och provet analyseras sedan i ljusmikroskop. Detta är också ett standardiserat förfarande enligt SS-ISO 16000-21:2015.

I ljusmikroskopet kvantifieras förekomsten av hyfer, sporer och en viss grupp av bakterier vanliga på fuktskadade material, aktinomycceter. Direktmikroskopering kan även detektera förekomst av andra bakterier i vissa fall. Det finns andra analysmetoder som riktar sig mer mot detektering av bakterieförekomst, till exempel fluorescensmikroskopering.

Framför allt är det frekvensen av hyfer som är svampens "kropp" eller aktinomycceter som avgör hur omfattande en påväxt är. Olika svamparter producerar olika mängd sporer, varför enbart sporfrekvensen inte beskriver omfattningen av påväxten. Dessutom utgörs inte enbart förekomst av sporer en påväxt. Sporererna kan ha tillförts materialet från till exempel en närliggande skada.

Omfattningen eller frekvensen av påväxt görs på olika sätt av olika laboratorier. Ett sätt visas i *figur 8.7, sidan 79*. Som underlag för förekomst används ett rutnät i okularet och förekomst av biomassa i detta räknas. Detta tillvägagångssätt används av flera laboratorier. Frekvensen, det vill säga omfattningen av påväxten klassas vanligen i direktmikroskopering ofta som ingen, sparsam, måttlig eller riklig. Olika laboratorier benämner dessa klasser något olika.

En fördel med direktmikroskopering är att det som finns på materialytan observeras och frekvensen kan bedömas med god tillförlitlighet. Anatomiska strukturer och växtsätt bevaras. För att konstatera om det finns påväxt av mikroorganismer på material som utsatts för fukt på byggarbetsplatsen ger direktmikroskopering tillräcklig information för att indikera om eventuella åtgärder behövs.



Figur 8.7 Frekvensbedömning av påväxt

Klassningen baseras på förekomsten av räknade hyfer, sporer och aktinomyceter i ett 10 × 10 rutnät i mikroskopets okular. Tillvägagångssättet beskrivs i rapporten *Betingelser för mögelpåväxt på trä: Klimatstudier*, av Hallenberg och Gilert, 1988.

Analysen är jämförelsevis billig och snabb. Det går, vid behov, att göra analyserna på plats av kvalificerad person. Det kan vara en fördel om många analyser behöver göras, till exempel när utbredningen av en påväxt behöver utredas.

I indirekta analysmetoder överförs eventuella mikroorganismer från materialytan till en vätska som i sin tur används i vidare analyser. Ett infärgningsmedel kan tillföras och vid mikroskoperinganalys i speciellt ljus, flourescens, kan mikroorganismer urskiljas. En annan indirekt metod är att vätskan hålls på näringsplattor för att odla fram eventuella mikroorganismer. Ett tredje sätt är att vätskan används för att detektera DNA från mikroorganismerna i vätskan.

Mer information om de vanligaste mikrobiella analyserna finns i rapporten *SWESIAQs råd för utredning av mikrobiell påväxt i byggnader*, Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate, SWESIAQ, 2014.

8.3 Saneringsmetoder

De vanligast förekommande saneringsmetoderna för mikrobiell påväxt på trä är:

- Användning av kemiska produkter som rengörings-, desinfektions- och träskyddsmedel.
- Mekaniska metoder som slipning, blästring och hyvling.

Dessa beskrivs nedan. Informationen är hämtad från Research Institutes of Sweden, RISEs rapport *Sanering av mikrobiella skador på trä i byggnader*, Bloom med flera (2023).

8.3.1 Mekanisk

Med mekaniska metoder menas att den mikrobiella påväxten tas bort fysiskt. Metoderna inkluderar exempel som slipning, hyvling, blästring och skrapning. Valet av mekanisk metod ska vara anpassat till underlaget och skadans typ. Utföraren ska ha kunskap om hur mycket av angripet virke som behöver tas bort för att ytan ska bli fri från mikrobiell påväxt samtidigt som onödigt mycket material inte ska behöva tas bort. Metoderna som används är:

- Slipning med maskiner eller för hand
- Blästring med kolsyreis
- Hyvling.



Sanering med hjälp av slipning.

Slipning

Ytor som har mikrobiell påväxt slipas ner mekaniskt med slipmaskin så att påväxten avlägsnas. Fuktigt trä kan vara svårt att slipa eftersom pappret gärna sätter igen. Sliparbetet kan vid behov avslutas med slippapper med finare korn så att den slipade ytan motsvarar det ursprungliga materialets ytstruktur eller de krav som projektet har gällande ytan. Dammsugare med punktutsug ska användas.

Blästring med kolsyreis

Sanering med hjälp av kolsyreblästring kräver erfarenhet och kunskap. Det viktigt att ställa krav på att utföraren har dokumenterade rutiner och att dessa rutiner följs upp för att säkerställa att rutinerna har följts. Faktorer som är viktiga är:

- Kolsyreisens ålder, några dagar är okej men inte äldre.
- Använda rätt tryck, genom erfarenhet.
- Munstycke med rätt träffbild, så att det anpassas till ytan som ska behandlas.

Det utvecklas värme i virket när isen blåstrar ytan. Det finns, som vid slipning, en viss effekt av värme som kan vara positiv för slutresultatet. Det bildas damm och ångor vid blästring med kolsyreis varför ventilation och dammsugning samt eventuell våttorkning kan krävas.

Hyvling

Metoden används, men inte i samma utsträckning som slipning på grund av mindre möjlighet till åtkomst. Hyvling med maskin kan avverka mycket material på kort tid. Tekniken behöver därför kompletteras där åtkomsten är för dålig. Dammsugare med punktutsug ska användas. Hyvling är mindre dammalstrande än slipning.

8.3.2 Kemiska produkter

Användning av kemiska produkter för rengöring och bekämpning av mikrobiell påväxt på trä i byggnader är strängt reglerat i olika lagar. Bekämpning kan göras med desinfektionsmedel eller konserveringsmedel. Den användning som beskrivs för varje enskild produkt ska följas eftersom det finns många olika aspekter som avgör hur bra resultatet blir. Etanol är som exempel effektivt för desinfektion av händerna med effekt som varar i någon timme. Motsvarande användning på trä ger också endast en mycket kortvarig effekt och framför allt blir ytan inte steril av etanol eftersom materialet är poröst. Man får också en falsk trygghet i att ett skydd mot påväxt har applicerats när det i verkligheten är en helt verkningslös åtgärd.

Rengöringsmedel

Rengöring får endast utföras med rengöringsmedel som är avsedda för ändamålet. På trä i byggnader kan rengöringsmedel för allmän rengöring inomhus användas för att tvätta bort löst sittande och ingrodd smuts. Medlen fungerar endast för rengöring av ytligt ligande smuts och ger ingen bestående effekt mot mikrobiell påväxt. Arbetet inkluderar här att våttorka och att torka rent med sköljvatten vilket kan vara ett problem i sig eftersom materialet fuktas upp.

Detta ställer krav på handhavandet och torkinsatser. För att rengöra smutsiga trätytor kan följande användas:

- Såplösning enligt dosering och användning för skurning av trägolv invändigt.
- Diskmedel eller allrengöring med non- och anjontensider med dosering och användning enligt bruksanvisningen för produkten.

Trätytor som ska vara synliga och har krav på ett visst visuellt utseende har vanligen preciserats i respektive projekt. Det är viktigt att träytan är rengjord på ett sätt som passar respektive ytbehandlingsmetod. Säkerställ därför att rengöringsmetoder kan kombineras med den tänkta ytbehandlingsmetoden.

Desinfektionsmedel

Produkterna ingår i gruppen bekämpningsmedel med korttidseffekt som är mindre än 3 månader. Här finns inga krav på godkännande som träskyddsmedel varför det handlar om hur företagen marknadsför sina produkter.

Katjontensider av typen kvartära ammoniumsalter, många olika ämnen, saluförs ofta som alg- och mögeltvättmedel för användning på trä, tegel och betong. De har bevisad effekt mot mikrobiell påväxt på trä enligt kraven i biocidförordningen. Produkterna innehåller dock kloridjoner vilka är korrosiva mot stål och betong och andra material som inte tål klorid, exempelvis koppar och mässing som kan missfärgas. Medlen ger en garanterad bekämpande effekt mot ny påväxt inom 3 månaders tid.

Vanliga desinfektionsmedel som inte ska användas för sanering av fuktskador på trä exemplifieras nedan:

- Etanol och andra spritbaserade produkter ska aldrig användas mot påväxt på träbyggnader. Effekten är främst antibakteriell, kortvarig (timmar) och har ingen bekämpande effekt mot påväxt på trä.
- Natriumhypoklorit och liknande klorbaserade produkter ska aldrig användas mot påväxt på trä i byggnader. Effekten är främst antibakteriell, kortvarig (timmar) och ska användas på icke-porösa material som keramik, porslin och rostfritt stål det vill säga inte trä. Produkterna är korrosiva och orsakar kemisk korrosion på trä och andra byggnadsmaterial.
- Väteperoxid. Medlet är korrosivt mot material som trä, stål, betong och kan således skada ett antal olika delar i en byggnad.

Konserveringsmedel för trä – träskyddsmedel

Träskyddsmedel som ska användas som konserveringsmedel, effekt längre tid än 3 månader i byggnader, får endast användas enligt de specifika krav som finns för varje produkt. Det finns många godkända träskyddsmedel för användning på rent trä, som till exempel:

- Grundfärger för utvändiga panelbrädor är ofta registrerade träskyddsmedel. Grundfärg för utomhusbruk är inte godkänt att använda invändigt om det inte särskilt framgår av bruksanvisningen. Anledningen är innehållet av ämnen som klarar kraven på hälsa utomhus men inte inomhus. I bruksanvisningen står även hur underlaget ska vara behandlat gällande rengöring eller sanering. Grundfärger ska målas över med en toppfärg inom ett visst tidsintervall eftersom gifterna annars lakar ut och konserveringsmedlets skydd riskerar att försvinna.



Användning av multiverktyg för åtkomst i hörn.

För trä som har skadats av fukt med påväxt av ytliga organismer eller av rötsvampar så används olika metoder. Ytlig påväxt som inte påverkar materialets tekniska funktioner, det vill säga hållfastheten, kan saneras och konserveras med grundfärg om det är utvändigt eller med alg- och mögeltvättmedel om det är invändigt. Om konstruktionen skadats av rötsvampar ska materialet bytas ut. Om det är tekniskt komplicerat att byta ut allt skadat material så kan delreparationer utföras i kombination med användning av borpreparat med borsyra och/eller borax. Borpreparat får endast användas invändigt, av professionella användare, i konstruktioner som inte har direktkontakt med människor det vill säga stomme som byggs in. Bruksanvisningen ska alltid följas för varje produkt.

Andra kemiska produkter

Bekämpningsmedel är produkter som endast får användas mot påväxt. Medlen är alltid giftiga mot påväxten och användningsinstruktionerna ska användas så att skador på människors hälsa inte uppkommer. Skyddsutrustning ska alltid användas enligt instruktionerna. På förpackningen eller i säkerhetsdatabladet ska det stå angivet vilken typ av påväxt som produkten kan användas mot. Det är endast den användningen som är tillåten och att effekten mot påväxten garanteras.

Oxalsyra, EDTA, citronsyra är exempel på kemiska ämnen som används för att bleka missfärgat virke. När järnoxider från rostutfällningar ger missfärgning av brunaktig karaktär så kan blekning göras. Det är inte en blekning som sådan utan en komplexbindning där ämnena lösgör järnoxiderna från virket och missfärgningen kan tvättas bort. Fördelen med denna metodik är att mindre material behöver avlägsnas jämfört med en mekanisk metod.

8.3.3 Övriga åtgärder

Inkapsling eller försegling

För nya byggnader rekommenderas inte inkapsling av en skada som saneringsmetod. I befintliga byggnader med skador kan i vissa fall användning av inkapsling eller åtgärd med förseglande ytskikt komma att bli aktuellt. Den inkapslande eller förseglande metoden ska då vara testad och dess tekniska egenskaper väl dokumenterade. Då detta inte är aktuellt som saneringsmetod i nybyggnation berörs den inte i denna handbok.

Ozonbehandling

Det finns flera vetenskapliga studier och rapporter som styrker att **ozon inte ska användas** för sanering av mikrobiell påväxt. Ozonet avlägsnar inte den mikrobiella påväxten, kan i sig vara giftigt, samt ger genom sin starka kemiskt reaktiva förmåga upphov till att fler, nya och större mängder föroreningar bildas eller tillkommer.

8.3.4 Arbetsmiljö

Samtliga metoder som används vid sanering av fuktskadat trä är förknippade med vissa hälsorisker. Skyddsutrustning som skyddar hud, ögon och andningsvägarna ska användas enligt bruksanvisningar eller andra krav som föreligger vid dammande arbeten. Arbetsmiljöplanen på byggarbetsplatsen behöver uppdateras innan åtgärder utförs så att rätt skyddsåtgärder snabbt kan sättas in för att skydda personalen. Eftersom dammet som bildas vid slipning och blästring kan innehålla hälsostörande ämnen från påväxten och träet så ska även detta arbete utföras med korrekt skydds nivå. Förslagsvis uppdateras arbetsmiljöplanen redan från projektstart genom att identifiera om det finns en risk för att fuktskador kan uppkomma i produktionen och hur man då ska agera vid olika scenario där sanering ingår, se kapitel 6, Åtgärder vid uppfuktning, sidan 61.

8.4 Fördjupning nederbördsintensitet

Nederbördsintensitet

Utifrån subjektiva observationer kan nederbördsintensiteten klassas som **lätt**, **måttlig** eller **stark** utifrån följande vägledning.

Tabell 8.4 Vägledning för nederbördsintensitet

Typ av nederbörd	Intensitet	Mängd
Duggregn		Vanligen avsevärt mindre än 1 mm per timme.
Regn	Lätt regn	Mindre än 0,1 mm per 10 minuter eller högst 0,5 mm på en timme.
	Måttligt regn	0,1 – 0,7 mm per 10 minuter eller 0,5 – 4 mm på en timme.
	Starkt regn	Mer än 0,7 mm per 10 minuter eller mer än 4 mm på en timme.
Regnskurar	Lätta regnskurar	Mindre än 0,4 mm per 10 minuter eller högst 2 mm på en timme.
	Måttliga regnskurar	0,4 – 2 mm per 10 minuter eller 2 – 10 mm på en timme.
	Starka regnskurar	2 – 8 mm per 10 minuter eller 10 – 50 mm på en timme.
	Mycket starka regnskurar	Minst 1 mm per minut, minst 8 mm per 10 minuter eller minst 50 mm på en timme (skyfall).
Snöfall	Lätt snöfall	Snötäckets tillväxt högst 0,4 cm per timme.
	Måttligt snöfall	Snötäckets tillväxt 0,5 till 4 cm per timme.
	Tätt snöfall	Snötäckets tillväxt mer än 4 cm per timme.

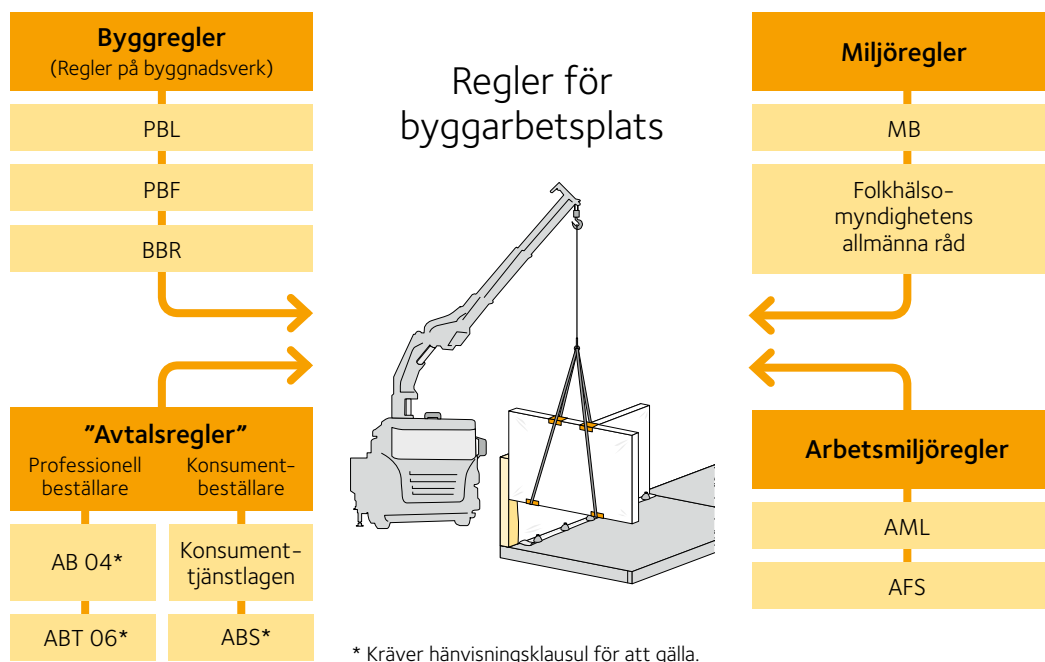
Källa: Nederbördsintensitet | Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI

Regelverk

Kravelement som reglerar fukt, mikrobiologi och inomhusmiljöfrågor i byggnader återfinns i olika lagar, förordningar och föreskrifter, som syftar till att säkerställa att våra bostäder och arbetsplatser har en god inomhusmiljö. Krav på fackmässighet som finns i konsumenttjänstlagen och till viss del i Byggnadens Kontraktskommitté, BKKs, allmänna bestämmelser innebär även att allmänna branschregler, som ett mått på fackmässighet berörande fuktsäkerhet kommer att vara styrande för hur fuktsäkerhetsfrågan hanteras.

Det är tydligt att samhällets intention är att, via lagar och förordningar, säkerställa att våra bostäder och arbetsplatser har en god inomhusmiljö, vilket i sin tur är en förutsättning för att hållbara städer och samhällen ska kunna utvecklas.

I kommande stycke kommenteras lagarna med tillhörande förordningar och föreskrifter med de mest uppenbara kopplingarna till fuktsäkerhet och byggnation. Lagtexterna och förordningarna innehåller tydliga och specifika krav gällande fuktrelaterad problematik.



Figur 9.1 Regelverk som reglerar byggprocessen

Plan- och bygglagen, PBL, med tillhörande förordningar och föreskrifter

I Plan- och bygglagen, PBL, anges övergripande att ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om bland annat skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö.

I Plan- och Byggförordningens, PBF, 3 kap. 9 §, står det mer preciserat att "... ett byggnadsverk ska vara projekterat och utfört på ett sådant sätt att det inte medför en oacceptabel risk för användarnas eller grannarnas hygien eller hälsa, särskilt inte som följd av... förekomst av fukt i delar av byggnadsverket eller på ytor inom byggnadsverket".

Boverket har i sina föreskrifter Boverkets byggregler, BBR, angett att byggnad och installationer ska utformas så att olägenhet för människors hälsa undviks och skriver även att kravet, som också uttryckligen gäller för mikroorganismers eventuella påverkan på inomhusluften, gäller under byggnadens hela livslängd. För definition av begreppet hälsa hänvisas till miljöbalken, MB. Tydligt är att olika lagar och förordningar kompletterar varandra och insikt krävs i flera regelverk för en korrekt tolkning.

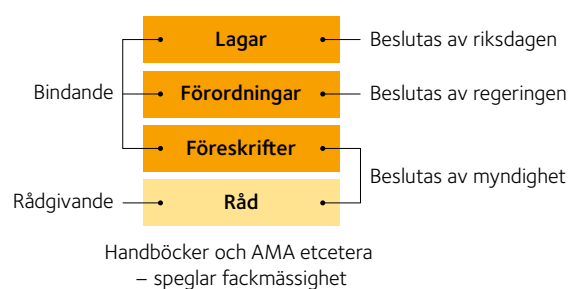
Vidare anger BBR som ett övergripande krav att byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador. Även "elak lukt" eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa får inte heller förekomma.

Begreppet skada ska inte bara läsas i en strikt byggnadsteknisk och hälsomässig mening utan erfarenheter från tvister har även visat att "estetisk skada" och "ekonomisk skada" varit föremål för diskussion. Förväntan från konsument om att "ingen påväxt förekommer över huvud taget på trä om det inte hanterats fel" inryms ofta i diskussioner kring skadebegreppet. För att kunna hantera begreppet skada i ett projekt krävs ju uppenbart att information och samråd hålls om hur fuktsäkerhet uppnås och vad som sker vid olika händelseförlopp. Inte minst viktigt är informationen kring saneringsåtgärder och hur tolkning av mögelförekomst ska göras. *Se även avsnitt 8.2, Mikrobiell påväxt på byggnadsmaterial, sidan 73.*

Elak lukt är inte alltid enkelt bedömt eller beskrivet. Olika individer har olika förmåga att förnimma lukter vilket innebär att en enskild individs luktförnimmelset blir svår att objektivt värdera av kollektivet. Frågeställningen ska dock ses i ljuset av, som anges i Folkhälsomyndighetens föreskrift, att hänsyn bör tas till känsliga personer. Dock varierar utfallet i frågan vid tvister och tillsynsärenden. Se vidare definitioner av olägenhet för människors hälsa av Folkhälsomyndigheten.

I Boverkets byggregler, BBR 12, som utkom 2006 infördes krav på högsta tillåtna fuktillstånd som innebär, förutom kopplingen till begreppet skada, att alltför höga fuktillstånd i sig, som överstiger de kritiska fuktillstånden, inte accepteras.

För mikrobiell påverkan definierar BBR att fuktillståndet är kritiskt då tillväxt sker. Faktorer med betydelse för den biologiska tillväxten, till exempel att temperatur och varaktighet samt deras samverkan kan ingå i bestämningen av det kritiska fuktillståndet. Vid bestämning av ett materials kritiska fuktillstånd ska hänsyn tas till eventuell nedsmutsning av materialet. Vid beräkning av fuktillståndet ska det beräknas utifrån de mest ogynnsamma förutsättningarna varvid hänsyn tas till osäkerhet i beräkningsmodell, ingångsparametrar såsom materialdata eller mätmetoder. Här ser det ut att bli en del ändringar i kommande byggregler.



Figur 9.2 Hierarkisk uppställning av lagar, förordningar, föreskrifter samt råd och vilken institution som ansvarar för dessa. Notera att andra acceptabla lösningar finns än de som ges i råd och handböcker.

Ett generellt undantag finns i BBR för kravet på högsta tillåtna fukt-tillstånd när det blir orimligt med hänsyn till byggnadsdelens avsedda användning. Exempelvis utvändiga panelbrädor med bakomliggande luftspalt, strö och bärläkt under takpannor etcetera. Här blir det naturligt fuktigt eller vått och påverkan på innemiljön kan sannolikt försummas.

Införandet av kravet på högsta tillåtna fuktillstånd och kritiskt fukt-tillstånd och innebörden av skrivningarna i BBR tolkades i projektet WoodBuild som en stor del av branschen stod bakom. Tolkningen av BBR med ledning av det kunskapsläge som då rådde mynnade ut i en rad handfasta och konkreta råd om både fuktsäkerhet i sig och hur BBR skulle tolkas. Bland annat angavs kritisk relativ fuktighet för trä kopplat till varaktighet och temperatur, vilken grad av påväxt som kunde anses acceptabel och säkerhetsmarginalen vid fuktberäkningar med mera. Mycket av det som anges i denna handbok måste bedömas som ett mått på och vara vägledande för ett "fackmässigt utförande" både för kravuppfyllelse av regelverket och vid avtalskrivande.

Miljöbalken med tillhörande förordningar och föreskrifter
Miljöbalken, MB, är en ramlag, vilket innebär att de "yttre gränserna" anges men utan att detaljreglera. MB gäller dessutom parallellt med all annan lagstiftning. I MB anges att lagen ska tillämpas så att människors hälsa och miljö skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan. MB kompletteras med förordningar och myndighetsföreskrifter som preciserar bestämmelserna. MB anger också vilka förutsättningar tillsynsmyndigheter har för att ställa krav. Vilken tillsynsmyndighet som berörs beror på vilken eller vilka regler som ska efterföljas. MB:s innehåll av grundläggande bestämmelser påverkar innehåll och utformning av andra lagar till exempel Plan- och bygglagen, PBL, som nämndes ovan.

MB innehåller i avsnittet om allmänna hänsynsregler två principer, försiktighetsprincipen och rimlighetsprincipen, som kan tyckas komma i konflikt med varandra. I MBs försiktighetsprincip som finns i andra kapitlets allmänna hänsynsregler står det i tredje paragrafen att "Verksamhetsutövaren ska vidta åtgärder eller begränsningar i sin verksamhet eller vidta andra försiktighetsmått för att förebygga, hindra eller motverka att skada eller andra olägenheter för miljö eller hälsa uppstår. Dessa försiktighetsmått ska vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön". Det visar på att det, sett ur MBs försiktighetsprincip, är möjligt att göra en mycket snäv tolkning av fuktkravet i våra byggregler.

I rimlighetsprincipen står det, å andra sidan, att kraven i hänsynsreglerna "gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska särskild hänsyn tas till nytan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder".

I dagsläget är det i de flesta fall svårt att välgrundat bedöma risken med en fuktskada och därmed avgöra vad som är en rimlig åtgärd. Som riktlinje för åtgärder, för att vara på säkra sidan, är att ta höjd för rekommendationerna om tillämningen vid tillsyn enligt Folkhälsomyndighetens föreskrift allmänna råd om fukt och mikroorganismer; FoHMFS 2014:14. Dessa allmänna råd gäller för bostäder och lokaler för allmänna ändamål där människor vistas mer än tillfälligt.

Vid bedömningen av om fukt och mikroorganismer i bostäder och lokaler för allmänna ändamål innebär olägenhet för människors hälsa bör tillsynsmyndigheten beakta bland annat:

1. Om det förekommer synlig mikrobiell påväxt och/eller mikrobiell lukt i bostadsrum eller lokaler för allmänna ändamål.
2. Om mikroorganismer eller mikrobiell lukt befaras spridas från byggnadskonstruktionen eller från till exempel källare, grund eller vind, till bostadsrum eller andra rum där människor vistas stadigvarande.
3. Om fuktskador inte åtgärdas och detta innebär en risk för att mikroorganismer kan växa till.
4. Om fuktskador har åtgärdats bristfälligt, till exempel vid uttorkning och utbyte av mikrobiellt angripet material.

Bedömningen bör göras efter en sammanvägning av samtliga relevanta omständigheter, där hänsyn även bör tas till känsliga personer. Vad en sådan bedömning innefattar är en fråga för tillsynsmyndigheten. Tillsynsmyndigheten, som är Miljö och Hälsoskyddsnämnden eller motsvarande i kommunen, har enligt Miljöbalken, MB, också rätt att ställa krav på undersökningar av byggnader till exempel om det finns anledning att befara växt av mikroorganismer på svåråtkomliga ytor eller i byggnadskonstruktionen och en okulär besiktning inte ger ett tillräckligt underlag för en bedömning av om olägenhet för människors hälsa föreligger. I sådana fall bör krav på till exempel en byggnadsteknisk undersökning ställas. Ibland kan även provtagning vara befogad för att kunna få förekomsten av fukt eller mikroorganismer bekräftad. Dessutom kan prover behöva tas för att konstatera en skadas omfattning. Undersökningar kan också behöva göras för att lokalisera källan till mikrobiell lukt och för att utreda orsaken till lukten.

Arbetsmiljölagen, AML, med tillhörande förordningar och föreskrifter

Arbetsmiljölagen, AML, berör både "fuktfrågor" under uppförandet och i den färdiga byggnaden om det är en arbetsplats i den mån att arbetsgivaren ska se till att utreda och bedöma riskerna för att mikrobiologiska arbetsmiljörisker inträffar. Mögel och legionellabakterier smittar inte men kan ge upphov till sjukdom och/eller hälsobesvär såsom förgiftning, allergier eller andra överkänslighetsreaktioner och räknas därför till biologiska agens. Arbetsmiljöverkets föreskrifter Kemiska arbetsmiljörisker, AFS 2011:19, styr hur utredning, riskbedömning och dokumentation ska utföras. Som exempel vid sanering av en mikrobiell påväxt via slipning bör det finnas rutiner eller anvisningar om vilka krav på personlig skyddsutrustning som krävs och om det eventuellt krävs avskärmning av utrymmet eller om det finns en lämpligare saneringsmetod.

I föreskriften Arbetsplatsens utformning, AFS 2020:1, anges att "Luften ska, så långt som möjligt, vara fri från föroreningar som kan vara skadliga för hälsan eller ge besvärande lukt".

Lagar och regler rörande avtal som berör fukt

Krav på att tjänsten eller entreprenaden ska utföras fackmässigt förekommer både i konsumenttjänstlagen KTjL, som är tvingande, och i Byggandets Kontraktskommitté, BKKs, Allmänna bestämmelser, AB 04 och ABT 06, som blir gällande vid en hänvisningsklausul i kontraktet mot professionella beställare. Tolkningen av vad som är fackmässigt



Sara kulturhus, Skellefteå.



Avlastning av volymelement.

kan bli avgörande för vad som är fel eller inte i en entreprenad om det specifika utförandet inte är avtalat. Vägledande är då, som tidigare sagts, vad som anges i bland annat regelverken, domar, handböcker och branschregler. Sammanfattningsvis av ovanstående är att det med andra ord är tveksamt huruvida det är fackmässigt att ignorera oönskad fukttilförsel där tillväxt uppkommer och kan fortgå i en konstruktion.

I konsumententreprenader tillkommer dessutom kravet på att med "tillbörlig omsorg ta till vara konsumentens intressen och samråda med denne i den utsträckning som det behövs och är möjligt."

En tjänst är i annat fall felaktig om samråd inte har skett. Informationen ska dessutom anpassas så att den är begriplig för mottagaren och näringsidkaren ska säkerställa att mottagaren har förstått informationen. Här krävs en noggrann genomgång av behovet av fuktskydd under projektet och konsekvenserna av olika alternativ för hur fuktsäkerhet uppnås. Detta samråd bör dokumenteras.

Om konsumenten begär att näringsidkaren ska utföra en tjänst som näringsidkaren avrått ifrån, bör näringsidkaren ur bevissynpunkt skaffa sig konsumentens skriftliga bekräftelse på att avrådande har skett. Praxis från allmänna domstolar ger att avrådande ska ske om det är omöjligt att utföra ett fackmässigt arbete samt om resultatet av tjänsten är osäkert. Vad gäller utformningen av avrådan ställs det vissa krav för att den ska anses vara godtagbar – en avrådan bör vara klar och tydlig samt inte lämna utrymme för olika tolkningsmöjligheter, den ska exempelvis inte innehålla olika handlingsalternativ eller endast bestå av allmänna råd i saken. Skyldigheten att avråda innebär en särskilt långtgående upplysningsplikt för näringsidkaren.

Frågeställningen om – "är samråd lika med att lyda?" är på sin plats! Är tjänsten uppenbart omöjlig att motivera är sannolikheten stor att konsumenten pekar på ett bristfälligt otydligt samråd vilket då försätter näringsidkaren i svag position.

I fallet när husleverans sker till konsument som "vara" finns de "Allmänna avtalsvillkor vid köp av monteringsfärdigt husmaterial, AA 12" som kompletterar konsumentköplagen om hänvisningsklausul finns i köpekontraktet.

Något förkortat anges att säljaren med tillbörlig omsorg ska ta till vara konsumentens intressen och samråda med denne i den utsträckning som behövs och som är möjligt. Säljaren ansvarar för att uppgifter och handlingar som säljaren tillhandahåller är korrekta. Risken för varan övergår på konsumenten när varan har kommit i konsumentens besittning. Konsumenten får själv ansvara för att levererat material, som konsumenten fått i sin besittning skyddas på ett betryggande sätt i enlighet med anvisningar.

Således kan kravet ställas av omsorgskäl, att korrekta anvisningar för fullgott fuktskydd finns även för tiden efter övergången, och att dessa följs av konsumenten.

Sammanfattning regelverk

Kärnfrågan för ett byggprojekt är om fuktpåslag på ett material eller en konstruktion kan accepteras eller inte. Vidare uppkommer frågor huruvida blånad och andra ospecifika missfärgningar kan godtas och i så fall vilka fuktnivåer som då kan tolereras i ett fortvarighetstillstånd.

Slutsatsen är att projektering och avtalsskrivande bör göras med utgångspunkt av att oönskade fuktpåslag ska undvikas. Detta ska då inte sättas lika med att allt fuktpåslag ger upphov till skador.

Det kommer även i framtiden att uppkomma händelser som ger fuktpåslag i olika omfattning. Hur oönskat fuktpåslag ska tolkas är beroende på varaktighet, möjlighet till uttorkning och de ingående materialens fukttålighet. Värderingen av detta kommer att vara en bedömningsfråga och sannolikt ge upphov till olika svar beroende på situation och vem som tillfrågas.

Det är även viktigt att eventuella oönskade fuktpåslag som trots allt uppkommer hanteras och en genomtänkt aktivitetsplan upprättas och följs. Målsättningen för åtgärdandet av en oönskad fukttillförsel ska alltid vara att mikrobiell påväxt eller annan fuktrelaterad påverkan som bedöms vara negativ förhindras. Då den relativa fuktigheten i de yttre delarna av klimatskalet ofta är, för många material, i närheten av kritiskt fukttillstånd för mikrobiell påväxt är det viktigt att förhindra att påväxt uppstår i denna del av klimatskalet.

- Tydliggör i avtalet hur fuktsäkerhet uppnås.
- Ha en genomtänkt strategi för arbetsplatsen.
- Om oönskad fukttillförsel uppkommer,
Agera – Åtgärda – Dokumentera.

Ordlista

- Diffusion** Diffusion sker när vattenmolekyler eller gaser jämnas ut i eller genom ett material.
- Etappindelning** Indelning av montage för att kunna hantera exempelvis väderomslag.
- Fiberriktning** Den riktning vilket träfibrerna är orienterade i. I normalfallet är fiberriktningen parallell med stammens längdriktning.
- Formförändring** Krympning eller svällning till följd av förändrad fuktkvot hos trä
- Fuktgivare** Sensor som används för att mäta relativ fuktighet
- Fuktkvot** Kvot av vattnets massa i fuktigt material och massan av det uttorkade materialet, uttrycks i procent, %.
- Fuktrond** Inspektion på byggarbetsplatsen med syfte att kontrollera att arbetet utförs enligt fuktsäkerhetsplanen.
- Fuktsakkunnig** Person som har särskild kompetens och erfarenhet inom fuktsäkerhet och representerar byggherren.
- Fuktsäkerhetsansvarig produktion** Person som är ansvarig för fuktsäkerhetsarbetet hos respektive leverantör eller entreprenör.
- Fuktsäkerhetsansvarig projektering** Person hos respektive projektör som är ansvarig för att fuktsäkerhetsprojekteringen utförs och dokumenteras.
- Fuktsäkerhetsplan** Styrande dokument, upprättas av Fuktsäkerhetsansvarig produktion, som beskriver aktiviteter och kontroller som ska utföras i utförandeskedet för att uppfylla krav i fuktsäkerhetsprogrammet och fuktsäkerhetsbeskrivningen.
- Inbyggnadsfuktkvot** Fuktkvot i ett material vid inbyggnadstillfället.
- Kapillärbrytande skikt** Skikt med syfte att förhindra kapillär transport av fukt från ett material till ett annat.
- Klimatskal** Yta som omsluter och skiljer husets uppvärmda yta från utomhusklimatet.
- Kondens** Vatten som övergår från gasform till fast form.
- Kontrollprogram** Samlad beskrivning över hur arbetet ska ske för att minska risker under en process.
- Korslimmat trä, KL-trä** Massiva träskivor av hyvlade hållfasthetssorterade brädor eller plankor som limmas ihop med vartannat skikt korslagat för ökad formstabilitet.
- Limträ** Vanligtvis 45 mm tjocka lameller, 33 mm vid böjda element, av konstruktionsvirke som limmas samman. På detta sätt är det möjligt att tillverka större limträelement än det går att såga konstruktionsvirke.
- Loggning** Bevakning av exempelvis relativ luftfuktighet, RF, temperatur och fuktkvot.
- Mikrobiell påväxt** Samlingsord för yta där mikroorganismer fått fäste. Møgelsvampar, rötsvampar och bakterier är exempel på mikroorganismer.
- Mottagningskontroll** Kontroll som sker vid mottagning av byggnadsmaterial eller byggelement.
- Målfuktkvot** Begärd fuktkvot i ett virkesparti, uttryckt som ett procenttal, se SS-EN 14298.
- Mätmanual** Objektanpassad manual för hur fukt-mätning ska utföras.
- Prefabriceringsgrad** Mått för grad av förtillverkning. Ju högre prefabriceringsgrad desto närmre är produkten den färdiga konstruktionen.
- Relativ luftfuktighet, RF** Förhållandet mellan aktuell ånghalt och mättnadsånghalt, uttryckt i procent.
- Sektionering** Indelning av byggnad i vertikala sektioner för att snabbare kunna nå tätt tak och därmed fuktsäkra byggnaden.
- Uttorkningsklimat** Klimat anpassat för uttorkning av byggfukt.
- Våtdammsugare** Dammsugare tillverkad för att kunna suga upp fritt vatten.
- Ytfuktkvot** Mäts på ytan av ett virkesstycke och ska vara 16 % eller lägre vid målning och 18 % eller lägre vid inbyggnad.

Referenser

- Arbetsplatsens utformning (AFS 2020:1). Arbetsmiljöverket, 2020.
- Betingelser för mögelpåväxt på trä, klimatkammarstudier. Hallenberg, N., Gilert, E. Statens provningsanstalt, 1988.
- Branschstandard ByggaF – metod för fuktsäker byggprocess. FuktCentrum, 2013.
- Examples of characteristics of wood that affect mould growth: a meta-analysis. Johansson, P., Mjörnell, K., Arfvidsson, J. European Journal of Wood and Wood Products, 2016.
- Fukt, byggvägledning 9 – en handbok i anslutning till Boverkets byggregler, Nilsson, L. Svensk Byggtjänst, 2015.
- Fukt i trä för byggindustrin. SP Träteknik, 2006.
- Fukthandbok – Praktik och teori. Arfvidsson, J., Harderup, L., Samuelson, I. Svensk Byggtjänst, 2017.
- Hantera virket rätt. Svenskt Trä, 2013.
- Huvudsakliga risker med mögel, organiskt damm och toxiner. Arbetsmiljöverket, 2023.
<https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/sjukdomar-smitta-och-mikrobiologiska-risker/mogel-organiskt-damm-toxiner-och-andra-mikrobiologiska-arbetsmiljorisker-huvudsakliga-risker-med-mogel-organiskt-damm-toxiner/>
- Hygieniska gränsvärden (AFS 2018:1). Arbetsmiljöverket, 2018.
- Kemiska arbetsmiljörisker (AFS 2011:19). Arbetsmiljöverket, 2011.
- Kontrollverktyg för god inomhusmiljö. Sikander, E., Gustavsson, T., Persson, M. Forskningsrapport ID:13853, SBUF, 2021.
- Kritiskt fuktillstånd för mögelpåväxt på byggnadsmaterial. Johansson, P., Bok, G., Lång, L., Mjörnell, K. RISE, 2022.
- Kunskapsläge och råd kring fuktsäker projektering och tillämpning av fuktkrav i BBR för träkonstruktioner – Lägesrapport 2009, WoodBuild E1. Nilsson, L. Lunds Tekniska Högskola, 2009.
- Laboratory study to determine the critical moisture level for mould growth on building materials. Johansson, P., Ekstrand-Tobin, A., Svensson, T., Bok, G. International Biodeterioration & Biodegradation, 2012.
- Smittrisker (AFS 2018:4). Arbetsmiljöverket, 2018.
- Threshold values for mould growth: Critical moisture level of 21 different building materials. Johansson, P., Lång, L., Bok, G., Capener, C-M. E3S Web Conf, 2020.
- Tillsynsvägledning om fukt och mikroorganismer. Folkhälsomyndigheten, 2022.
- Utveckling och validering av modeller för att prediktera mögelväxt i byggnader. Johansson, P., Wadsö, L., Johansson, S., Svensson, T., Bengtsson, B. RISE, 2018.
- Väderskydd – en lathund för entreprenören. Brycke, M., Martinsson, L. Forskningsrapport ID 13499, SBUF, 2018.

Refererade standarder

- SS-EN 13183-2 Trävaror - Fuktmätning – Del 2: Skattning av fuktkvoten hos ett stycke sågat virke (Resistansmetoden). SIS Förlag AB, 2003.
- SS-EN 14298:2017 Sågat virke – Bedömning av torkningskvalitet. SIS Förlag AB, 2017.
- SS-ISO 16000-21:2015 Inomhusluft – Del 21: Detektion och räkning av mögel – Provtagning från material. SIS Förlag AB, 2015.

Friskrivningar

Genom att använda innehållet i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* godkänner du nedan angivna användarvillkor. All information i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* tillhandahålls endast i informationssyfte och ska inte anses vara en rådgivande eller professionell relation med läsaren.

All information tillhandahålls i befintligt skick och utan någon form av garanti, i den utsträckning som tillåts av gällande lag. Även om utgivaren i rimlig omfattning försöker tillhandahålla tillförlitlig information i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion*, garanterar inte utgivaren att innehållet är fritt från felaktigheter, misstag och/eller avsaknad av information eller att innehållet är aktuellt och relevant för användarens behov.

Utgivaren, Föreningen Sveriges Skogsindustrier, RISE Research Institutes of Sweden och Trä- och Möbelföretagen, lämnar ingen garanti för några resultat som härrör från nyttjandet av informationen som finns i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion*. All användning av information i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* sker på eget ansvar och på egen risk.

Rättigheterna till innehållet i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion* tillkommer Föreningen Sveriges Skogsindustrier, RISE Research Institutes of Sweden och Trä- och Möbelföretagen. Innehållet skyddas enligt upphovsrättslagen. Missbruk beivras. Kopiering av innehållet är förbjuden.

Föreningen Sveriges Skogsindustrier, RISE Research Institutes of Sweden och Trä- och Möbelföretagen tar inte något ansvar för skada som må orsakas på grund av innehållet i *Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion*.

Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2024
Första utgåvan

Utgivare

Skogsindustrierna
Svenskt Trä
Box 55525
102 04 STOCKHOLM
Tel: 08-762 72 60
E-post: info@svenskttra.se
www.svenskttra.se

Projektledare

Anders Rosenkilde, Trä- och Möbelföretagen, TMF

Styrgrupp

Tomas Alsmarker, Svenskt Trä
Anders Carlsson, Derome AB
Ida Edskär, Lindbäcks Bygg AB
Peter Jacobsson, Martinsons Byggsystem AB
Carl-Johan Sigfridsson, OBOS Sverige AB
Eva Sikander, RISE

Redaktör

Petter Werner, Svenskt Trä

Projektsamordnande författare

Thorbjörn Gustavsson, RISE

Huvudförfattare

Thorbjörn Gustavsson, RISE
Lukas Lång, RISE

Medförfattare

Gunilla Bok, RISE
Pernilla Johansson, RISE
Mikael Theorin, RISE
Lars Tobin, Anneling Tobin Consult AB

Redaktionsråd

Ida Edskär, Lindbäcks Bygg AB
Johan Haglund, Byggfysikgruppen i Sverige AB
Fredrik Herrmann, BELFOR Sweden AB
Ove Risberg, Lindbäcks Bygg AB
André Rönnqvist, Martinsons Byggsystem AB
Jesper Tomasini, Derome AB

Faktagranskare

Ida Edskär, Lindbäcks Bygg AB
Johan Fröbel, Svenskt Trä
Johan Haglund, Byggfysikgruppen i Sverige AB
Fredrik Herrmann, BELFOR Sweden AB
Zaid Mardan, OBOS Sverige AB
Olof Mundt-Petersen, Trä- och Möbelföretagen, TMF /
Lunds Tekniska Högskola
Ove Risberg, Lindbäcks Bygg AB
Anders Rosenkilde, Trä- och Möbelföretagen, TMF
André Rönnqvist, Martinsons Byggsystem AB
Carl-Johan Sigfridsson, OBOS Sverige AB
Jesper Tomasini, Derome AB

Illustrationer

Magnus Alkmar, Alkmar Co AB
Charlotta Olsson, Formigo AB

Foto

A-hus, sidan 29, 36
Derome AB, sidan 11, 18, 26, 44, 88
Holmen Wood Products AB, sidan 47, 53
David Lagerlöf/RISE, sidan 78
Lukas Lång, sidan 25, 62, 69
Martinsons Byggsystem AB, sidan 1, 2, 58, 87
RISE, sidan 80, 81
Bror Sundqvist, sidan 6, 60
Jesper Tomasini, sidan 20, 24, 38, 42, 54

Grafisk produktion

Charlotta Olsson, Formigo AB

ISBN 978-91-985920-1-6

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä

Publikationer om trä

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Att välja trä
Samlad information om materialet trä.
164 sidor. Format A4.



Dimensionering av träkonstruktioner, Del 1
Projektering av träkonstruktioner.
256 sidor. Format A4.



Dimensionering av träkonstruktioner, Del 2
Regler och formler enligt Eurokod 5.
60 sidor. Format A4.



Dimensionering av träkonstruktioner, Del 3
Exempel.
60 sidor. Format A4.



Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion
Anvisningar för byggarbetsplatsen.
96 sidor. Format A4.



Förpackningshandbok
Fakta, projektering och dimensionering av förpackningar i trä.
80 sidor. Format A4.



Guide för handels-sortering och hållfasthetsklasser
16 sidor. Format A4.



Handelssortering
Regelverk för sortering av trävaror.
84 sidor. Format A5.



Hantera virket rätt
Folder och etikett som beskriver hur man lagrar trä på byggarbetsplatsen.
6 sidor och etikett. Format A4.



Lathunden
En hjälpreda vid dimensionering och virkesåtgång.
104 sidor. Format A6.



Montering av trall
Anvisningar för montering av trall.
8 sidor. Format A4.



Snickerihandbok
För den svenska möbel- och snickeriindustrin.
120 sidor. Format A4.



Takstolshandbok
Stabilisering av takkonstruktioner.
148 sidor. Format A4.



Ten Points for Timber on Top
Förtätning genom påbyggnader med minimalt klimatavtryck.
28 sidor. Format 170 x 240 mm.

Publikationer om KL-trä

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Fuktsäkert KL-träbyggande utan heltäckande väderskydd
Vägledning.
20 sidor. Format A4.



Guide för KL-trä i tidiga skeden
Vägledning för tidiga skeden av gestaltning och utformning av en byggnad i KL-trä.
24 sidor. Format A4.



KL-trähandbok
Fakta och projektering av KL-träkonstruktioner.
188 sidor. Format A4.



Vägledning vid bedömning av ytkvalitet hos KL-trä
Ett stöd för beställare, projektledare, arkitekter, inköpare, besiktningsspersoner och entreprenörer.
24 sidor. Format A4.

Publikationer om limträ

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Drift och underhåll av limträ

Folder som beskriver ytbehandling och underhåll av limträ. 6 sidor. Format A4.



Hantera limträ rätt

Folder och snabbguide för lagring av limträ på byggarbetsplatsen. 6 sidor och etikett. Format A4.



Limträ PocketGuide

Samlad information om limträ. 36 sidor. Format A6.



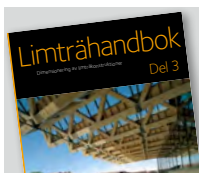
Limträhandbok, Del 1

Fakta om limträ. 88 sidor. Format A4.



Limträhandbok, Del 2

Projektering av limträkonstruktioner. 268 sidor. Format A4.



Limträhandbok, Del 3

Dimensionering av limträkonstruktioner. 224 sidor. Format A4.



Limträhandbok, Del 4

Planering och montage av limträkonstruktioner. 76 sidor. Format A4.

Hemsidor



www.svenskttra.se



www.svenskttra.se/limtra



www.traguiden.se

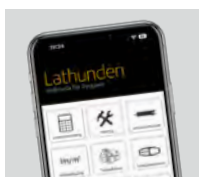


www.traradhuset.se



www.traprodukter.se

App



Lathunden app

Sök efter Lathunden i App Store eller Google Play och ladda ner.



Svenskt Trä sprider kunskap om trä, träprodukter och träbyggande för att främja ett hållbart samhälle och en livskraftig sågverksnäring. Det gör vi genom att inspirera, utbilda och driva teknisk utveckling.

Svenskt Trä representerar svensk sågverksindustri och är en del av branschorganisationen Skogsindustrierna. Svenskt Trä företräder också svensk limträ- och förpackningsindustri samt har ett nära samarbete med svensk bygghandel och trävarugrossisterna.

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2024.

Box 55525
102 04 Stockholm
Tel: 08-762 72 60
info@svenskttra.se
svenskttra.se



ISBN 978-91-985920-1-6