

Byggherrens arbete för fuktsäker byggnad

Krav, uppföljning, hjälpmedel och erfarenheter

Eva Sikander, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut



Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
2	Bakgrund.....	4
2.1	Kunskap finns.....	4
2.2	Byggherrens ansvar - Lagar och samhällskrav för fuktsäkert byggande.....	7
3	Erfarenheter från tillämpning av checklista och hjälpmedel.....	8
3.1	Genomförande.....	8
3.2	Beskrivning av tre byggprojekt inom ”pilotstudien”.....	8
3.3	Sammanfattning av erfarenheter.....	9
3.4	Slutsatser från tillämpningen i tre byggprojekt.....	12
3.5	Ekonomiska konsekvenser av fuktsäkert byggande.....	12
3.6	Tillämpning på kända skadefall.....	13
4	Byggherrens hjälpmedel, checklista och verktyg.....	15
	Referenslista.....	17
Bilaga 1	Byggherrens ambitionsnivå.....	20
Bilaga 2	Byggherrens kravformulering för fuktsäkert byggande (fuktsäkerhetsprogram).....	21
Bilaga 3	Byggherrens checklista för upphandling och kontraktsgenomgång.....	29
Bilaga 4	Byggherrens uppföljning - allmänt.....	32
Bilaga 5	Enkel checklista för byggherrens kontroll av fuktdimensionering/ fuktgranskning.....	33
Bilaga 6	Exempel på kontrollplan för fuktsäker produktion.....	39
Bilaga 7	Exempel på checklista för fuktrond.....	42
Bilaga 8	Exempel på verifieringsmetoder/mätmetoder för byggskedet.....	44
Bilaga 9	Avvikelse rapport/förbättringsrapport.....	54
Bilaga 10	Förvaltningens checklista för drift- och underhållsplan.....	55
Bilaga 11	Förvaltningens beredskapsplan/handlingsplan vid klagomål på inomhusmiljö eller vid vattenskador.....	57
Bilaga 12	Fuktinventering i befintlig byggnad.....	59
Bilaga 13	Vanliga fuktskador och erfarenheter från fuktskadetredningar.....	61
Bilaga 14	Erfarenheter från tillämpning av hjälpmedel i byggprojekt.....	64
Bilaga 15	Definition av uttryck och begrepp.....	68

1 Inledning

I ett tidigare projekt har hjälpmedel för byggherrens arbete med att åstadkomma fuktsäkra byggnader tagits fram. Hjälpmedlen finns presenterade i rapporten ”Byggherrens krav, styrning och verifiering för fuktsäker byggnad” [Sikander, Grantén 2003]. Bland hjälpmedlen finns en checklista för byggherrens eget arbete, förslag till krav, tips för upphandling av projektörer och entreprenörer, hjälpmedel för byggherrens granskning av projektörens fuktdimensionering och entreprenörens fuktsäkerhetsarbete på byggarbetsplatsen, checklista för fuktinventering av byggnader samt hjälpmedel för förvaltarens fuktsäkerhetsarbete. Hjälpmedlen togs fram med finansiering från Formas och SBUF. Denna rapport är en uppdatering, revidering och ersättning av ”Byggherrens krav, styrning och verifiering för fuktsäker byggnad” [Sikander, Grantén 2003].

Inom ramen för detta projekt har hjälpmedlen tillämpats i tre byggprojekt. Med erfarenhet från applicering i de tre byggprojekten har möjlighet till förbättring av hjälpmedel för byggherren identifierats. I de hjälpmedel som presenteras i denna rapport har dessa förbättringar införts. Hjälpmedlen och förslagen till krav skall dock ses som levande dokument som behöver utvecklas ytterligare och som skall anpassas till varje byggprojekt med dess specifika förutsättningar.

Arbetet har utförts parallellt med projektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” där hjälpmedel och mallar anpassade för projektörer och entreprenörer tas fram (pågående arbete).

Värdefulla synpunkter till denna omarbetning och erfarenhetsåterföring har lämnats av en referensgrupp bestående av Pär Åhman (Sveriges Byggindustrier), Staffan Nordén (Akademiska Hus), Jesper Arfvidsson (Lunds Tekniska Högskola), Christian Wihlborg (Lunds Tekniska Högskola), Per-Olof Carlson (representant för Kretsloppsrådet) och Gert Freiholz (PEAB). Dessutom har synpunkter lämnats av Johan Alte (SBS Entreprenad), företagen inom FoU-Väst, Lars Söderlind (Lars Söderlind Konsult HB), Kristina Mjörnell, Ingemar Samuelson och Per Ingvar Sandberg (de tre sista från SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut).

Framförallt riktas ett tack till SBUF och deltagande företag inom FoU-Väst som finansierat genomförandet av projektet samt till de byggherrar som medgett insyn i de tre byggprojekten där hjälpmedlen applicerats och i vilka kunskap och erfarenheter erhållits.

Arbetet inom detta projekt har i huvudsak utförts av Eva Sikander, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Jörgen Grantén, WSP Group, var medverkande i den tidigare rapporten som arbetet bygger på. Jörgen Grantén har även medverkat med sina värdefulla synpunkter och erfarenheter som kommit detta projekt till del.

2 Bakgrund

2.1 Kunskap finns

Idag finns omfattande kunskap inom fuktsäkert byggande. Denna kunskap är dock inte alltid åtkomlig eller anpassad för byggprocessens aktörer. Nedan följer exempel på kunskapssammanställningar som finns tillgänglig för branschens aktörer. Ytterligare litteratur finns för den som vill fördjupa sig i ämnet. En kort sammanfattning av erfarenheter från fuktskadeutredningar liksom vanliga fuktskador återfinns i bilaga 13.

Fuktskador och hälsa

Luften vi andas inomhus [Sundell, Kjellman, 1995] ingår i en större serie skrifter och innehåller uppgifter samband mellan ohälsa och olika parametrar i inomhusmiljön, bland annat fuktrelaterade skador.

Kravställande

Kriterier för sunda byggnader och material [Boverket, 1998] utgiven av Boverket innehåller ett antal kriterier varav några avser fuktsäkert byggande. Dessutom anges kriterier för termisk komfort, ljud- och ljusmiljö, kemiska emissioner m m.

Hus och Hälsa, Beställarens krav [Boverket, Byggeforskningsrådet 1992] innehåller bland annat exempel på krav som beställaren kan ställa för en byggnad med god inomhusmiljö.

Miljömanualen [1999] utgiven av miljöstiftelsen för byggsektorn. Även denna skrift anger förslag till ett stort antal krav som rör miljöanpassat byggande, varav några behandlar fuktsäkert byggande.

Bygg vattenskadesäkert. VASKA visar vägen [Andersson, Kling, 2000] utgiven av Byggeforskningsrådet innehåller rekommendationer och erfarenheter från vattenskadesäkert byggande.

Rekommendationer/anvisningar för fuktdimensionering

Fukthandboken [Nevander, Elmarsson, 1994] är en sammanställning av fuktteori och tillämpning av denna på olika konstruktionsdelar. Rekommendationer om utförande anges.

Fuktdimensionering med generell checklista [Harderup, E., 1998] anger en strukturerad lista att följa vid fuktdimensionering.

En serie informationsskrifter kallad "*Fuktsäkerhet i byggnader*" riktar sig till olika aktörer inom byggsektorn och sammanfattar forskningsresultat och erfarenheter från fältstudier i praktiska rekommendationer och exempel på bra fukttekniska lösningar.

I serien ingår:

- Skalmur med träregelstomme
- Golv på mark
- Torktider för betong efter vattenskada
- Vattenavvisande fasadimpregnering
- Kryprumsgrunder
- Uttorkning av byggfukt i betong
- Utvändig ytbehandling av puts och murverk

- Materialdata för fukttransportberäkningar
- Drying of Construction Water in Concrete
- Introduktion till fuktmekniken
- Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader
- Källare
- Åtgärder mot fukt i kryprumsgrunder
- Metoder för riskanalys
- Klimatdata för fuktberäkningar

I *Hus och Hälsa. Fukt* [Boverket, Byggeforskningsrådet, 2000] presenteras konstruktionsdelar och hur de bör utformas.

I *God lufttäthet. En guide för arkitekter, projektörer och entreprenörer* [Adalberth, 1998] anges ett antal lösningar som kan tillämpas för att åstadkomma god lufttäthet i klimatskalet.

I *Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboriemätningar och simuleringar för att karlägga behov av tekniska lösningar och utbildning* [Sandberg, Sikander, 2004] presenteras olika täthetslösningar som provats på laboratorium.

Hus AMA 98 [Svensk Byggtjänst] anger anvisningar och utföranden som ibland även är lösningar för god fuktsäkerhet. Lösningar i AMA anges i den tekniska beskrivningen som projektörer upprättar.

I *Bygg vattenskadesäkert VASKA visar vägen* [Andersson, Kling, 2000] ges råd och erfarenheter om vattenskadesäkert byggande.

I *Skydda ditt hus mot fuktskador* [Boverket, 2003] beskrivs lösningar för olika byggdelar som anses vara fuktsäkra.

Fuktsäkerhetsaspekter på byggarbetsplatsen

Väderskyddad produktion. Möjligheter och erfarenheter [Axelsson et al 2004] samt *Framtidens produktionsmiljö med väderskyddad arbetsplats* [Söderlind, Åhman et al 1999] presenterar möjligheter med väderskydd på arbetsplats med de fördelar och nackdelar som konstaterats. Erfarenheter från ett antal byggarbetsplatser presenteras även i artiklar [Åkerlind, 2002].

I *Att undersöka innemiljö*, SP Rapport 1999:01 [Samuelson et al, 1999] presenteras ett flertal metoder för fuktmätningar och dess genomföranden.

I *Manual: Fuktmätning i trä*, ännu ej utgiven, kommer teori och praktiska anvisningar presenteras kring mätning av fuktkvot i trä.

Fukt i hus. Undvik sjuka hus, bygg fuktsäkert [Sveriges Byggindustrier, 2004] är en liten informationsskrift anpassad för byggarbetsplatsen och innehåller de viktigaste riksfaktorerna som alla på byggarbetsplatsen bör ha kunskap om.

Erfarenheter från skadeutredningar/åtgärder

Erfarenheter från skadeutredningar i fuktskadade byggnader har samlats i *220 skolor. Skador och fel i skolbyggnader* [Hilling, 1998] där det framkommer hur vitt skilda orsaker kan ge upphov till omfattande eller mindre fuktrelaterade skador.

I *Hållbar sanering av fuktskadade byggnader* [Samuelson, 2002] beskrivs hur utredning i fukt-skadade byggnader bör bedrivas och hur fukt- och mögelskador i olika byggdelar lämpligen åtgärdas.

Kunskap om krypgrunder och hur fuktsäkerheten i dessa kan förbättras behandlas i *Effekter av åtgärder i uteluftventilerade krypgrunder med fukt och mögelskador* [Svensson, 2001].

Vattenskadeundersökningen [VVS-installatörerna, 2002] är en skrift där erfarenheter från in-träffade vattenskador har sammanställts.

Beräkningar

Inom Fuktcentrum på LTH utvecklas datorprogram för att kunna beräkna fuktförhållanden och risk för höga fukttillstånd. Dessa kan hämtas hem gratis från Fuktcentrums hemsida. Följande program finns tillgängliga

- TorkaS 2.0 - Datorprogram för bedömning av betongs uttorkningstid, Hedenblad G & Arfvidsson J.
- RISK1 - Datorprogram för riskbedömning av kondensproblem i byggnadsdelar, framförallt för jämförelse av olika utföranden, Harderup LE, LTH
- KLIMATDATA - Datorprogram med bearbetad väderdata från 10 Svenska meteorologiska mätstationer, Harderup E, LTH

Andra exempel på program är

- GfKond som kan hämtas på www.isover.se är ett stationärt endimensionellt beräkningsprogram för fukt och temperatur. Det finns flertalet liknande enkla program att tillgå.
- SPs program för 1-dimensionell, icke-stationär beräkning av fukt och temperatur. Kontaktperson: Per Ingvar Sandberg, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.
- 1D-HAM – datorprogram för 1-dimensionell, icke-stationär beräkning av värme-, luft-, och fuktströmning i konstruktioner. Kontaktperson: Carl-Eric Hagentoft, CTH.
- Crawlrf – datorprogram anpassat för beräkning av värme- och fuktbalans inför ventilerade utrymmen. Kontaktperson: Carl-Eric Hagentoft, CTH.

Mikrobiologi

Ett större antal skrifter finns där kunskap om mikrobiologiska processer i byggnader finns sammanställda. Bland dessa kan nämnas:

Kritiska fukttillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial – kunskapssammanfattning [Samuelson, Johansson m fl 2005].

Mikroorganismer i byggnader är en kunskapssammanfattning inom mikrobiologi under framtagande [Johansson 2005].

Exempel på andra system och hjälpmedel

Stockholm Stads miljöprogram vänder sig till alla som bygger inom staden men är framförallt anpassat för nybyggande av bostadshus. För de som blir anvisade mark av staden är det ett krav att programmet skall följas enligt hemsidan www.stockholm.se eller www.sbk.stockholm.se/bygginfo/fukt/. Programmet följs upp i de kontakter som sker mellan staden och byggbranschen i byggskedet. Framförallt krävs här att en fuktsakkunnig skall utses som upprättar fuktskyddsbeskrivning. I produktionsskedet utses en fuktskyddsansvarig av entreprenören som ansvarar för att fuktskyddsbeskrivningen följs och att ett underlag till fukt-

skyddsdocumentation tas fram. Fuktskyddsdocumentation skall upprättas. Exempel på mallar för fuktskyddsbeskrivning/fuktskyddsdocumentation finns på hemsidan.

Mallen för fuktskyddsbeskrivning vidareutvecklas inom projektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” som är ett SBUF-projekt och utförs på SP och LTH [Mjörnell m fl, under utarbetande]. Dessutom tas inom projektet ett antal hjälpmedel för branschens olika aktörer fram för att underlätta deras arbete med fuktsäker projektering och byggande.

2.2 Byggherrens ansvar - Lagar och samhällskrav för fuktsäkert byggande

Enligt 9 kap.1 § PBL är det byggherren som har det fulla ansvaret för att samhällets krav på projektet uppfylls och att kontroll och provning utförs i tillräcklig omfattning för att säkerställa att så kan ske. I samband med upphandling av projektörer och entreprenörer bör byggherren göra det tydligt att byggherren kräver att projektörerna/entreprenörerna uppfyller samhällets krav och klargör vad dessa innebär. Gentemot samhället är det dock alltid byggherren som bär ansvaret, detta kan inte ”delegeras”. Uppfyller inte projektören/entreprenören kraven är det en fråga som byggherren får driva gentemot den aktör som brustit i sitt arbete.

Samhällskrav med koppling till fuktsäkerhet som skall uppfyllas är framförallt:

- Lag om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, mm (BVL) § punkt 3: Byggnadsverk som uppförs eller ändras skall, under förutsättning av normalt underhåll, under en ekonomiskt rimlig livslängd uppfylla väsentliga egenskapskrav beträffande skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö.
- Förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, mm (BVF) 3 § punkt 4: Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att den påverkan de sannolikt utsätts för under bygg- och bruksskedet inte leder till skada som inte står i proportion till den händelse som orsakat skadan.
- Förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, mm (BVF) 5 § punkt 6: Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att de inte medför risk för brukarna eller grannars hygien eller hälsa, särskilt inte till följd av förekomst av fukt i delar av byggnadsverket eller på ytor inom byggnadsverket.
- Miljöbalkens hänsynsregler med bland annat kunskapskravet, försiktighetsprincipen, produktvalsprincipen och skälighetsregeln.
- BBR avsnitt 6:5: ”Byggnader skall utformas så att skador, mikrobiell tillväxt, elak lukt eller andra hygieniska olägenheter till följd av byggfukt eller inträngande fukt inte uppkommer.” I BBR avsnitt 6:53 anges att grundkonstruktion, vägg, fönster, dörr och yttertak skall utformas så att uppkomst av skadlig fukt förhindras. I BBR ytterligare föreskrifter i avsnitten 6:1, 6:221 (om ohälsosamma emissioner) och 6:223 (om tillväxt av mikroorganismer).

Inom AB04 är garantitiden för arbetsprestationer 5 år, medan det för varor och komponenter fortfarande är 2 år. Det finns dock byggherrar som regelmässigt begär 5 års garantitid även på varor och komponenter.

3 Erfarenheter från tillämpning av checklista och hjälpmedel

3.1 Genomförande

Några av de erfarenheter som erhållits i tre byggprojekt där checklistor mm från ”Byggherrens krav, styrning och verifiering för fuktsäker byggnad” tillämpats redovisas i bilaga 14 och i texten nedan. Erfarenheterna har erhållits genom att vi tillåtits vara ”iakttagare” i de tre byggprojekten. Det direkta engagemanget i projekten har varit att inledningsvis presentera förslag på krav och därefter hjälpa byggherren att formulera om dessa efter sin egen ambitionsnivå. Efter detta inledande engagemang har projekten drivits utan vår inblandning.

Syftet med att vara ”iakttagare” vid byggherrars tillämpning av hjälpmedlen för fuktsäkert byggande har varit att

- värdera hjälpmedlens nytta och användbarhet för byggherrar
- studera hur kraven tas emot av upphandlade projektörer och entreprenörer och i vilken mån dessa kunnat uppfylla kraven
- undersöka vilka hinder som funnits för att krav ej uppfyllts
- identifiera och genomföra förbättringar av hjälpmedlen (de reviderade hjälpmedlen finns i denna skrift inom kapitel 4 samt bilagorna 1-13)

3.2 Beskrivning av tre byggprojekt inom ”pilotstudien”

Hjälpmedlen för fuktsäkert byggande har tillämpats av byggherrar i tre olika byggprojekt som beskrivs i tabell nedan. Målet vid val av byggprojekt var framförallt att få med erfarenheter från platsbyggande samt byggande med prefabricerade element. Även entreprenadformerna har varit en utgångspunkt för valet av objekt.

Tabell: Beskrivning av de tre byggprojekt som utgjort pilotprojekt inom ramen för denna studie. Endast objekt 1 har följts genom projekterings- och byggskedet. Objekt 2 har följts en bit in i byggskedet medan endast projekteringsskedet har följts för objekt 3.

	Produktionsmetod	Entreprenadform	Typ av byggnad	Övrigt
Objekt 1	Prefabricerade element	Totalentreprenad	Bostadsrätter i ett plan.	
Objekt 2	Platsbyggande	Totalentreprenad	Hysesrätter i flera plan.	
Objekt 3	Platsbyggande	Samordnad generalentreprenad	Kontors- och undervisningslokaler	Väderskydd har upphandlats av byggherren i egen entreprenad. Både ombyggnad, rivning och nybyggnad ingår.

3.3 Sammanfattning av erfarenheter

Inom detta kapitel redovisas erfarenheter från de tre byggprojekten som bedrivits. Erfarenheterna/iakttagelserna kan i vissa fall ha sitt ursprung i ett av projekten och i andra fall flera projekt. Se även i bilaga 14.

Krav före upphandling

Krav måste ställas före upphandling. Erfarenheten är att kraven i annat fall inte blir uppfyllda. Det kan krävas ekonomisk ersättning för det merarbete som kraven eventuellt kan medföra. Än vanligare är att projektörerna/entreprenörerna inte tar någon notis alls om kraven.

Upphandling

Några av byggherrarna ställer sig tveksamma till att lägga in en värdering av t ex fuktkompetens och fuktrutiner vid utvärdering av anbudet. Man motiverar detta med att kompetens inom fukt-säkerhet endast är en av många viktiga kompetensområden som behöver vara väl tillgodosedda för projektet. Skall man då endast framhålla/värdera en? Frågan om hur högt man värderar frågan om fuktsäkert byggande kan endast avgöras av den enskilda byggherren som också vid behov kan införa värderingen vid upphandling.

Ett förslag till byggherrens arbete att tidigt få en uppfattning om aktörernas kompetens och erfarenhet inom fuktsäkert byggande är att begära in t ex mall för fuktdimensionering (som inte behöver vara objektpassad) alternativt ett referensobjekt i samband med upphandlingen. En kommentar från en byggherre är att det finns en risk att ett sådant krav från byggherren innebär orimligt extraarbete för aktörerna innan de vet om de får uppdraget. Vår kommentar är att det inte är stort extraarbete om aktören arbetat med fuktdimensionering tidigare. Då har man redan mallen liggande. Däremot blir det ett stort arbete om man aldrig arbetat med fuktdimensionering. Genom kravet att byggherren vill ha mallar redovisade i samband med upphandling ges byggherren en möjlighet att styra att anbud lämnas av de aktörer som har erfarenhet från fuktdimensionering eller har ambition att göra det. Redovisning av den person som skall ha det övergripande ansvaret för fuktfrågor är ytterligare viktig information att värdera.

Entreprenadform

I de tre byggprojekten har entreprenadformerna totalentreprenad och samordnad generalentreprenad använts. Byggherren har plockat ut de krav som är lämpliga för varje upphandling utan problem. Vid totalentreprenad har samtliga krav presenterats för totalentreprenören. Vid samordnad generalentreprenad har tekniska krav samt krav på projektörens aktiviteter lämnats till projektören. Därefter har tekniska krav och krav på entreprenörens aktiviteter lämnats till entreprenören.

Byggherrens kompetens – specialist

Byggherrens och/eller projektledarens kompetens, intresse, tid och förmåga att driva frågan är viktiga för hur framgångsrikt projektet blir. I tillämpningsprojekten har det framkommit att projektledare kan ha begränsad tid att hinna med även detta ”förhöjda fokus” på fuktsäkerhet. Om krav ställs utan att följas upp och kontrolleras riskerar kraven att endast bli en ”hyllvär-mare” utan ökad fuktsäkerhet i praktiken. Tillämpningsexemplen visar på att så kan vara fallet. Sannolikt hade fuktsäkerheten kunnat bli avsevärt bättre om fuktkraven följts upp av en specialist med större kunskap och tid avsatt för att driva och följa upp frågorna. Huruvida byggherren anlitar en sådan eller ej beror på dennes ambitionsnivå vad gäller fuktsäkerhetsfrågorna. I de aktuella byggprojekten anlidade byggherren inte i något fall en fuktspecialist för att följa upp fuktkraven.

I ett projekt har dock arbete med att formulera krav och följa upp krav gjorts av den person som byggherren anlitar för att bevaka miljöfrågor. I det fallet har därmed mer arbete än i normala projekt ägnats åt fuktfrågorna.

Projektörers och entreprenörers kompetens

Dokumenterad kompetens eller referensobjekt för fuktsäkert byggande med dokumenterade rutiner har inte kunnat uppvisas i något av de aktuella byggprojekten. Detta, tillsammans med en genomgång av den utbildning som erbjuds till yrkesmässigt aktiva projektörer, entreprenörer och projektledare, visar att behovet av kompetens och utbildning är stort. Frågan om utbildning och erfarenhet är av stor betydelse för hur man skall lyckas med fuktsäkerheten i byggprocessens samtliga skeden.

Synpunkter på kravformuleringar

Inför projekteringen gjordes en genomgång av kraven tillsammans med konstruktörer och arkitekter. Härvid framkom inga invändningar mot kravet på fuktdimensionering. Senare framkom att man inte arbetat med fuktdimensionering förut. En osäkerhet framkom om hur en fuktdimensionering skulle genomföras. Se separat rubrik nedan.

Inför byggskedet gjordes en genomgång av kraven med entreprenören. Vid en första presentation av kraven innebar dessa enligt entreprenörerna inga problem. Kraven skulle enligt entreprenören uppfyllas om de arbetade så som de gjorde i alla sina byggprojekt. Vid senare förfrågan om uppfyllelsen av kraven visade det sig att man inte lyckats helt. I vissa fall, dock inte alla, gjordes dock extra insatser för att kunna uppfylla kraven. Speciellt svårt var det att uppfylla kravet på fuktkvot i trä på grund av frånvaro av eller brister i väderskydd.

Vid en avstämning av kraven med entreprenörerna i samband med att detta projekt avslutades framkom ett antal bra synpunkter som har förts in i revideringen av kraven i bilaga 2. Text bör innebörden av krav på låg fuktkvot förklaras. Entreprenörer inser inte alltid att krav på låg fuktkvot i trä medför att väderskydd skall tillämpas under hela byggtiden. Vill byggherren ha väderskyddat byggande måste detta skrivas ut i klartext i kraven och kanske föras in i AF-text.

Vid avstämning av kraven med byggherrarna i samband med detta projekts avslutande framkom att man ansåg att kraven var rimliga och att man avser att tillämpa dem i kommande projekt. Kraven kring fuktdimensionering vill man dock ha mer stöd för i nuläget då projektörerna inte har erfarenhet av fuktdimensionering, se separat rubrik nedan. Någon av byggherrarna överväger att i samband med upphandlingen själva presentera en checklista för fuktdimensionering som de vill att projektören skall följa. Den checklista som tidigare hänvisats till inom detta projekt "Fuktdimensionering enligt generell checklista" [Harderup, 1998] har ansetts vara för komplicerad och omständlig att följa.

Projektörerna saknade tidigare erfarenhet av fuktdimensionering

Projektörer har i de tre aktuella projekten inte gjort dokumenterad fuktdimensionering tidigare. Sannolikt av denna anledning har inga rutiner för fuktdimensionering kunnat presenteras förrän sent i projekten. I något fall har ingen speciell redovisning av fuktdimensionering gjorts alls utan hänvisning har skett till upprättade ritningar och att dessa är erfarenhetsmässigt goda lösningar. I de fall fuktdimensionering gjorts har osäkerheten varit stor i frågan om hur denna skall genomföras och dokumenteras.

Det finns ett starkt behov av fler hjälpmedel och mer utbildning för projektörer. Inom projektet "Fuktsäkerhet i byggprocessen" utvecklas för närvarande en ny checklista som kommer att vara tillgänglig från och med 2006. I bilaga 5 finns också en checklista anpassad för byggherrens

kontroll av fuktdimensionering. Denna kan också vara en hjälp vid tidig identifiering av riskkonstruktioner.

Brister i rutiner på byggarbetsplatsen

Rutinerna för ett fuktsäkert arbetsutförande på byggarbetsplatsen var vid projektets start inte tillräckliga men utvecklades till viss del efterhand som projektet fortskred. Rutiner infördes, mätutrustning införskaffades och specialishjälp anlätades. Det fanns även brister i den mättekniska kompetensen vid entreprenörens egenkontroller.

Platsbyggande samt byggande med prefabricerade element

I de tre byggprojekten förekommer både platsbyggda hus och hus tillverkade med prefabricerade element. Vid båda produktionsmetoderna visade det sig vara ett problem med att trä inte väderskyddades fullt ut. Speciellt vid prefabriceringen ansåg byggherren det vara ett problem med väderskydd i samband med monteringen, ett problem som inte löstes under projektets gång.

Vid prefabricering hade entreprenör eller byggherre inte full insyn i fuktförhållandena i de levererade elementen eller av produktionen på fabriken. Denna insyn bör förbättras, alternativt bör verifiering från underleverantören av elementen förbättras.

Kravformulering vid ombyggnad

Kraven som föreslås i bilaga 2 är exempel och kan behöva objektanpassas. Speciellt vid ombyggnader då förutsättningarna kan vara vitt skilda. Här bör hjälp tas av specialist som med fuktinventering/kartläggning av byggnaden kan hjälpa till att utforma rimliga och relevanta krav utifrån byggnadens förutsättningar.

Byggherrens uppföljning

Byggherrens uppföljning har skett framförallt i samband med byggmöten och vid separata fuktmöten. Byggherrarna har efterfrågat och begärt in dokumentation från aktörerna som verifierar att kraven uppfyllts. I vissa fall har dokumentation och verifieringar redovisats av aktörerna. I andra fall har verifieringarna uteblivit, framförallt angående fuktdimensionering. Allmänna förhållanden har kontrollerats av byggherren (eller dess projektledare) vid rundor på byggarbetsplatserna. Byggherrarna har i testprojekten inte anlitat sakkunniga inom fuktområdet som hjälp vid sin uppföljning av kraven.

Vid fråga om byggherren ser ett behov av hjälp av specialist för sin uppföljning av kraven så beror behovet på hur stort förtroende byggherren har för de anlidade aktörerna. I några av testobjekten i detta projekt har byggherren en stort förtroende för aktörerna och har därför inte ansett sig behöva anlita specialister. Förtroendet kan vara sämre i andra fall och då kan byggherren se ett behov av att anlita specialist till sin hjälp. Även byggprojektens storlek och komplexitet inverkar.

Byggherren accepterar ibland avvikelser

Byggherren har i de aktuella projekten visat sig ibland acceptera att krav inte uppfylls. Detta har även skett i fall där risken för fuktskador kan betraktas som stor, t ex trä eller gips som utsatts för regn. Dock har byggherren i dessa fall begärt efterföljande uppföljning. I något fall har ekonomiska överväganden gjort att avvikelserna inte åtgärdats då aktören presenterat avvikelserna tillsammans med ekonomiska konsekvenser med den omedelbara kostnaden för åtgärd. Eventuella framtida kostnader för åtgärder när huset är i drift har inte beaktats i dessa fall. Byggherren bör i större utsträckning beakta att avvikelserna inte är förenliga med sunda och fuktsäkra hus.

Byggherren kan använda sin styrmöjlighet ännu bättre

Om kraven fastställts före upphandling samtidigt som byggherren har en ambition att bygga fuktsäkert har byggherren alla möjligheter att styra så att kraven uppfylls. Byggherren måste använda sin styrmöjlighet för att se till att kraven uppfylls. Byggherren bör före upphandling ha bestämt hur avvikelser skall behandlas. Formuleringar för eventuella viten och förlängda garantitider kan behöva göras.

Positiv utveckling – men mer behövs

Det kan konstateras att trots brister i rutiner för fuktdimensionering samt fuktskyddsåtgärder och verifiering under byggprocessen har de aktörer som deltagit i projektet lagt större omsorg vid fuktsäkerhetsfrågorna än de annars skulle ha gjort. Bland annat kan följande positiva utveckling konstateras som följd av byggherrens krav och uppföljning

- Rutiner för fuktdimensionering har i något fall utvecklats (har tidigare inte funnits hos de deltagande företagen)
- Kompetensutveckling/diskussion om fuktkritiska lösningar har behandlats återkommande vid särskilda ”fuktmöten” alternativt i projekterings- och byggmöten. Dessa punkter har inte förekommit i samma omfattning tidigare enligt de berörda företagen.
- Inblandade parter har uppfattat det som positivt att fuktsäkerhetsfrågorna har lyfts upp och diskuterats i de aktuella projekten. Vår synpunkt är dock att dessa diskussioner skulle ha kunnat vara mer tideffektiva och leda till fler resultat om kompetensen varit högre.
- Bättre lösningar har i några fall diskuterats fram i tidiga skeden.
- Entreprenörer har införskaffat mätutrustning för att kunna ha kontroll över fuktförhållanden.
- Entreprenörer har vidareutvecklat sina egenkontroller.
- Specialister har i flera fall anlåtats av aktörerna för att utföra vissa moment i fuktdimensionering och uppföljande fuktmätningar.

3.4 Slutsatser från tillämpningen i tre byggprojekt

Aktörerna har börjat arbeta i rätt riktning vad gäller fuktsäkerhetsfrågorna. Dock återstår en bit för att kraven skall uppfyllas helt och fuktsäkerheten kunna anses vara fullgod! Byggherren måste agera målmedvetet, tydligt och bestämt för att lyckas i sin styrning mot ett fuktsäkert byggande.

Detta hjälpmedel kan ses som en början till kommande arbete där fuktsäkerheten i byggprocessen förbättras. Enbart de hjälpmedel som presenteras inom detta arbete är i sig inte tillräckligt (se kapitel 4 samt bilagorna 1-13) för att byggandet skall få en betydligt större fuktsäkerhet än idag. För att lyckas fullt ut behövs även en förbättring av kompetensen kring fuktsäkert byggande liksom förändrade attityder.

3.5 Ekonomiska konsekvenser av fuktsäkert byggande

Efter intervjuer med byggherrar, projektledare och entreprenörer har kostnaderna som direkt kan hänföras till fuktsäkerhet uppskattats grovt enligt följande:

- Objekt 1: Under projekteringskedet cirka 20 000 kr (ingen fuktdimensionering).
 Under byggskedet cirka 135 000 kr (framförallt fuktmätningar samt byte av betongkvalitet).
 Total kostnad för entreprenaden är 24 milj kr.

- Objekt 2: Under projekteringskedet cirka 70 000 kr (exklusive fuktdimensionering, inklusive byte av material).
Under byggskedet cirka 75 000 kr (byggskedet endast påbörjat).
Total kostnad för projektet är cirka 105 milj.
- Objekt 3: Under projekteringskedet cirka 50 000 kr + mötestid.
Under byggskedet uppskattas kostnaden grovt till 100 000 kr (exklusive väderskydd).

Krav med hänsyn till fuktsäkerhet har medfört vissa kostnader. Vissa av kostnaderna för fuktsäkert byggande hade enligt uppgift varit aktuella även om de specifika fuktrelaterade kraven inte ställts. Kostnaderna är i relation till den totala produktionskostnaden liten, även om de studerade projekten inte är slutförda och alla kostnader tagits med. Det har också konstaterats att vissa avvikelser från kraven finns, såsom exempelvis omfattningen av utförda fuktdimensioneringar.

3.6 Tillämpning på kända skadefall

Ett antal skador med orsaker har identifierats i kända skadefall. I tabellen nedan har typiska skador med orsaker ställts mot kraven som föreslås i denna skrift. En bedömning har gjorts om kraven hade kunnat bidra till att minska risken att skadorna uppkommit. Detta är endast en subjektiv bedömning. Uppgifter om skador är hämtade ur [Wihlborg, 2005] samt [Samuelson, 2002]. Såsom framgår av tabellen finns krav som möjligen skulle ha kunnat bidra till att skadan inte hade uppkommit om kravet uppfyllts.

Tabell: Fyra tidigare kända skadefall och deras fuktrelaterade skador presenteras i tabellen. En betraktelse görs av skadorna mot de krav som föreslås inom detta projekt och om dessa krav skulle ha kunnat minska risken för skadans uppkomst om kraven tillämpats.

Skada	Orsak	Motsvarande krav i bilaga 2
Fall 1:		
Mögelskadade träreglar i utfackningsväggar	Bristande väderskydd av prefabricerade element för utfackningsväggar	Del 1 om FK i trä Del 2 om fuktdimensionering Del 3 om kontrollplan och väderskydd
	Påväxt av mögel och blånad vid inbyggnad av reglar	Del 1 om mikrobiologisk påväxt Del 3 om kontrollplan
Fukt- och mögelskadade träreglar i anslutning till terrassbjälklag	Läckage via terrassbjälklag under byggskedet	Del 1 om FK i trä Del 2 om fuktdimensionering Del 3 om väderskydd och kontrollplan
Fall 2:		
Emissioner från mattor och mattlim	Olämpligt val av lim, för hög RF innan läggning av ytskikt - projekteringsfel, utförandefel	Del 1 om kritiska fuktillstånd för golvmattor och lim, RBK-mätning Del 2 om fuktdimensionering (uttorkning) Del 3 om kontrollplan, uttorkning och mätningar
Kondens på ytor	Köldbryggor i konstruktion pga otillräcklig isolering - projekteringsfel	Del 1 om fuktillskott Del 2 om fuktdimensionering
Läckage av dålig luft/lukt från grund	Otättheter i bottenbjälklag pga utförandefel	Del 1 om fuktinventering vid ombyggnad samt lufttäthetskrav
Hög luftfuktighet	Felaktigt injusterad ventilationsanläggning -utförandefel	Del 1 om fuktillskott Del 3 om kontrollplan och mätningar
Läckande rör	Brister vid montage	Del 3 om kontrollplan och mätningar

Fall 3:		
Högt fuktinnehåll i inomhusluften som gav skador på byggmaterial (vid uttorkning av byggfukt i betong)	Projekteringsfel anges som orsak till otillräcklig ventilation under byggskedet	Del 1 om fukttillskott i ineluften Del 1 om säkerhetsmarginal till kritiska fukttillstånd Del 2 om fuktdimensionering Del 3 om kontrollplan
Grunden översvämmad	Bristfällig avvattnings under byggtiden – felbedömning av dräneringsbehov	Del 2 om fuktdimensionering och informationsöverföring Del 3 om kontrollplan
Läckage genom tak	Taket otätt kring lanterniner	Del 3 om kontrollplan
Material mögelskadat vid leverans	Fel i materialtillverkningsprocessen, bristande kontroller innan leverans	Del 1 om mikrobiologisk analys Del 3 om kontrollplan (mottagningskontroll)
Inbyggnad av mögelskadat material	Bristande leveranskontroll	Del 1 om mikrobiologisk analys Del 3 om kontrollplan (mottagningskontroll)
Fall 4:		
Vatteninträning kring fönster	Valde ej rekommenderad placering av fönster*. Otätheter kring fönster	Del 2 om fuktdimensionering Del 3 om kontrollplan (identifiering av kritiska moment)
Vatteninträning i yttervägg mot loftgång	Översvämning av loftgång pga dåligt fall och avrinning*	Del 2 om fuktdimensionering Del 3 om kontrollplan (identifiering av kritiska moment)
Vatteninträning	Glipor i tätskikt - bristande egenkontroller	Del 3 om kontrollplan (identifiering av kritiska moment)
Saltutfällning på fasad	Fasad neddragen under mark, ingen sockel*	Del 2 om fuktdimensionering
Vattenmättad stegljudsdämpning i bjälklag	Regnade in genom otätheter i fasad under tiden stegljudsdämpningen lades, processen gavs för kort tid	Del 3 om kontrollplan (identifiering av kritiska moment)

* tid för projekteringen anges som en huvudorsak till att skadorna uppkom. Denna aspekt behandlas inte inom ramen för byggherrens krav.

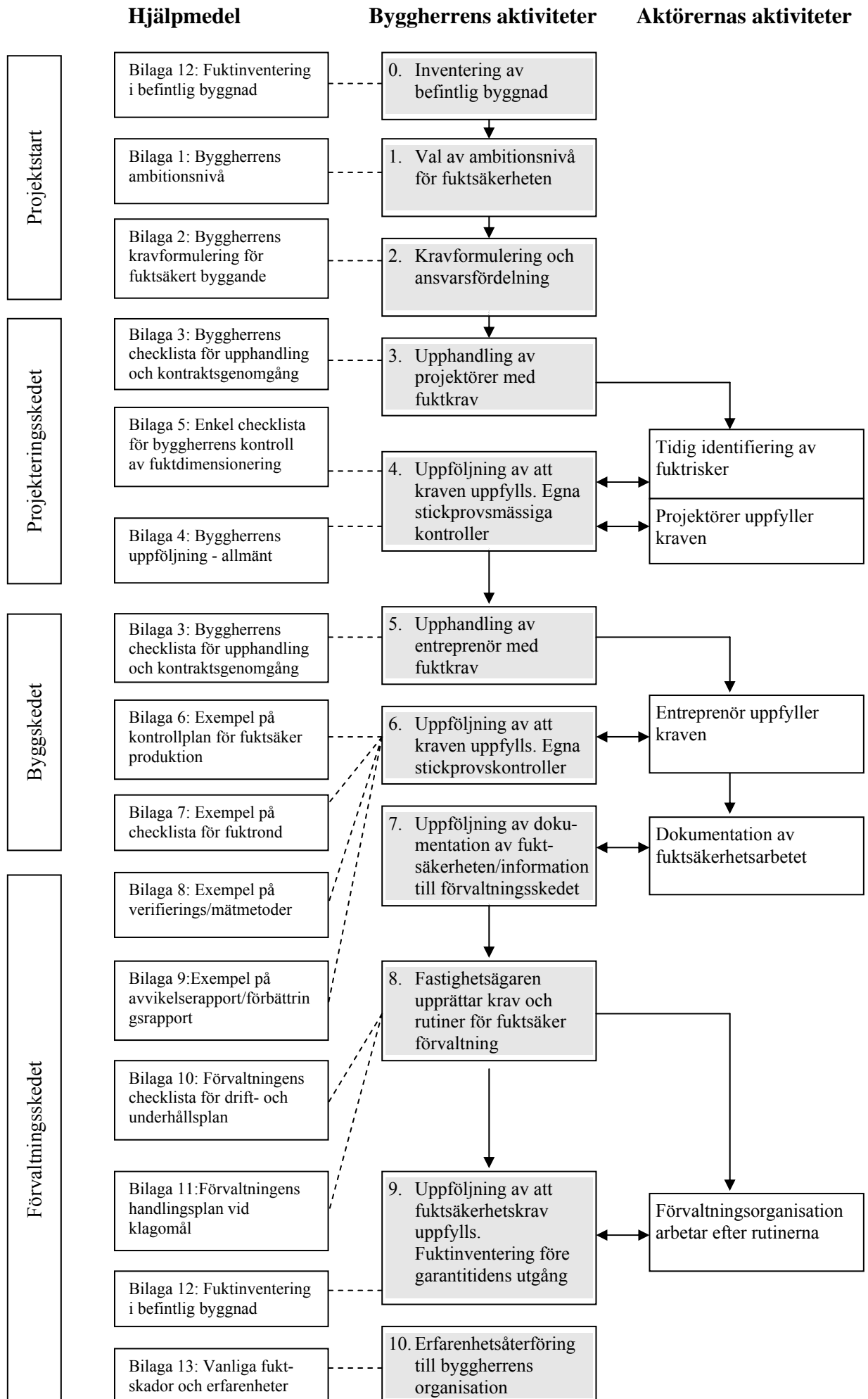
4 Byggherrens hjälpmedel, checklista och verktyg

Checklistan nedan är avsedd att användas av byggherren eller dennes representant för att styra mot en fuktsäker byggnad där risken för fuktskador minimerats, eller svarar mot byggherrens ambitionsnivå. Byggherrens styrning sker genom att byggherren

- ställer tydliga **krav** på fuktsäkerhet som motsvarar byggherrens ambitionsnivå
- tydliggör **ansvarsfördelningen** avseende fuktsäkerhet i byggprojektet. Byggherren har det yttersta ansvaret för byggnadens fuktsäkerhet. Ansvaret för att uppfylla de krav som byggherren preciserar ligger dock på de aktörer som handlas upp såsom projektörer, entreprenörer med flera. Dessa skall verifiera/mäta och visa att de preciserade kraven uppfyllts. Tydliggör för byggherrens ombud/projektledare att det ligger på dennes ansvar att denna checklista blir tillämpad. Ansvarsgränsen mellan byggherrens projektledare och övriga aktörer skall vara tydlig.
- kontrollerar att upphandlade aktörer har erforderlig **kompetens** eller att sakkunnig/specialist anlitas.
- **följer upp kraven** genom att kontrollera att aktören har genomfört verifiering/mätning och att resultatet redovisas för byggherren. Byggherren kan även göra egna stickprovsmässiga kontroller och mätningar.

Arbetet med att fuktsäkra en byggnad bör om möjligt samordnas med kvalitets- eller miljöarbetet i byggprojektet.

Byggherrens checklista enligt nedan är avsedd att vara oberoende av entreprenadform, liksom de hjälpmedel och listor i bilagor som är knutna till checklistan.



Referenslista

Adalberth, K. God Lufttätthet. En Guide för arkitekter, projektörer och entreprenörer. Byggnadsforskningsrådet T5:1998. 1998.

Andersson, K., et al. Inomhusklimatet i 3000 svenska bostadshus, ELIB-rapport nr 3 TN:26. 1991.

Andersson J., Kling R. Bygg vattenskadesäkert. VASKA visar vägen, Byggnadsforskningsrådet T3:2000; 2000.

Arfvidsson, J., Sikander, E. Fuktsäkert byggande. Enkätstudie om kunskapsläget. FoU-Väst Rapport 0205. 2002.

Axelsson et al. Vädskyddad produktion. Möjligheter och erfarenheter. FoU-Västrapport 0404. 2004.

Bornehag, C-G., et al. Dampness in buildings and health. Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to "dampness" in buildings and health effects (NORDDAMP). Indoor Air, 2001. 11(2): p. 72-86.

Boverket, Byggnadsforskningsrådet. Hus och Hälsa utbildningsmaterial 1992. ISBN 91-540-5409-5. 1992.

Byggnadsforskningsrådet, Boverket. Hus och hälsa 2. Fukt. Byggnadsforskningsrådet BFR T12:2000. 2000.

Boverket, Byggnadsforskningsrådet. Hus och Hälsa, Beställarens krav. U9:1992. 1992.

Boverket. Kriterier för sunda byggnader och material. ISBN 91-7147-498-6. Boverket 1998.

Boverket; Skydda ditt hus mot fuktskador. En kunskapsöversikt vid nybyggnad; Boverket 2003

Faresjo, T., et al. Asthma in children more and more common. A study of medical records shows a doubled increase during a 10-year period. Lakartidningen, 1999. 96(48): p. 5368-9.

Fisk, W.J. Review of health and productivity gains from better IEQ. in Healthy Buildings Conference 2000. 2000.

Fuktsäkerhet i byggnader. Serien är sammanställd av Fuktgruppen vid Lunds Tekniska Högskola:

- Sandin K., Skalmur med träregelstomme, T10:1993.
- Harderup L-E., Golv på mark, T17:1993.
- Hedenblad G., Torktider för betong efter vattenskada, T27:1993.
- Sandin K., Vattenavvisande fasadimpregnering, T15:1994.
- Åberg O., Kryprumsgrunder, T10:1995.
- Hedenblad G., Uttorkning av byggfukt i betong, T12:1995.
- Sandin K., Utvändigt ytbehandling av puts och murverk, T13:1995.
- Hedenblad G., Materialdata för fukttransportberäkningar, T19:1996.
- Hedenblad G., Drying of Construction Water in Concrete, T9:1997.
- Sandin K., Introduktion till fuktmekniken, T16:1997.
- Sandin K., Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader, T19:1998.
- Sandin K., Källare, T8:1999.

- Åberg O., Åtgärder mot fukt i kryprumsgrunder, T9:1999.
- Harderup L-E., Metoder för riskanalys, T13:2000.
- Harderup E., Klimatdata för fuktberäkningar, T14:2000.

Hagentoft, C-E. Vandrande fukt Strålände värme, så fungerar hus. ISBN 91-44-04218-3. Studentlitteratur 2002.

Harderup, E. Fuktdimensionering med generell checklista, LTH Rapport TVBH-3031, 1998.

Hilling, R. 220 skolor. Skador och fel i skolbyggnader. SP Rapport 1998:34. 1998.

Hus AMA 98. Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten. AB Svensk Byggtjänst. 1998.

Johansson, P. Mögellukt från jordkontaminerat byggnadsvirke. SP Rapport 1999:05. 1999.

Johansson, P. Mikroorganismer i byggnader. SP Rapport under framtagande. 2005.

Leech, J.A., et al. It's about time: A comparison of Canadian and American time-activity patterns. J Expo Anal Environ Epidemiol, 2002. 12(6): p. 427-32.

Miljöstiftelsen för byggsektorn. Miljömanual. 1999.

Mjörnell, et al. Mall för fuktskyddsbeskrivning och tillhörande verktyg (under utarbetande). Beräknas färdig december 2005.

Nevander, L-E, Elmarsson, B. Fukthandbok. AB Svensk Byggtjänst. 1994.

Pasanen, A.L., et al. The relationship between measured moisture conditions and fungal concentrations in water-damaged building materials. INDOOR AIR, 2000. 10(2): p. 111-120.

RA 98 Hus. Råd och anvisningar till Hus AMA. ISBN 91-7332-838-3. AB Svensk Byggtjänst. 1998.

Samuelson, Johansson, Tobin, Mjörnell, Sikander; Kritiska fukttillstånd för mikrobiell tillväxt på byggnadsmaterial – kunskapssammanfattning; SP AR 2005:04

Samuelson, I., et al. Att undersöka innemiljö. En beskrivning av tillvägagångssätt och val av metoder vid skadeutredning. SP Rapport 1999:01. 1999.

Samuelson, I. Hållbar sanering av fuktskadade byggnader. SP Rapport 2002:37. 2002.

Samuelson, I; Fukt och mögelskador, Hammarby Sjöstad; SP Rapport 2002:15

Sandberg, Sikander; Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboratoriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning; SP Rapport 2004:22

Sikander, Grantén; Byggherrens krav, styrning och verifiering för fuktsäker byggnad; SP Rapport 2003:09

Strachan DP Thorax 2000;55 (Suppl1): s2-s10.

Sundell, Kjellman. Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet. Folkhälsoinstitutet 1994:16. 1995.

Svensson, C. Effekter av åtgärder i uteluftsventilerade krypgrunder med fukt- och mögelskador. LTH Rapport TVBH-0338. Lund 2001.

Sveriges Byggindustrier; Fukt i hus. Undvik sjuka hus, bygg fuktsäkert- en informationsskrift från Sveriges Byggindustrier, FoU-Väst 2004

Söderlind, Åhman m fl. Framtidens produktionsmiljö med väderskyddat byggande. FoU-Väst-rapport 9607 och 9905. 1996 respektive 1999.

Wargoeki, P., et al. Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office. *Indoor Air*, 2002. 12(2): p. 74-80.

Wargoeki, P., et al. Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN). *Indoor Air*, 2002. 12(2): p. 113-28.

Whilborg; Varför uppstår fuktskador? Erfarenheter från tre skadefall; 2005

VVS-installatörerna. Vattenskadeundersökningen. ISBN 91-631-3022-x. 2002.

Åkerlind. Bostadsbyggande under tak ger bättre arbetsmiljö och högre kvalitet, Väg- och Vattenbyggaren 5, 2002.

Bilaga 1 Byggherrens ambitionsnivå

Byggherren ansvarar för att samhällets krav uppfylls. Beroende av ambitionsnivån kan dock fuktsäkerhetsarbetet utföras med mindre eller större risk för att fuktskador skall uppstå. Om fuktskada uppstår, på grund av ett medvetet val av hög risk, kommer byggherren att behöva åtgärda skadan då fuktskador i byggnader inte accepteras.

Ambitionsnivån kan variera från byggherre till byggherre och även mellan olika typer av byggprojekt. I vissa fall kan ambitionsnivån vara kopplad till ekonomin då vissa mer fuktsäkra konstruktionslösningar och produktionsmetoder under byggskedet kan medföra något högre initiala kostnader än en mindre fuktsäker lösning eller produktionsmetod. När dessa kostnader skall bedömas bör detta göras ur ett livscykelperspektiv. Kostnaden för framtida eventuella fuktskador som kan bli följden av en låg ambitionsnivå måste vägas in. Det är dock svårt att uppskatta kostnaden för sådana skador. Av denna anledning kan det möjligen vara lätt att man vid det ekonomiska övervägandet bortser från dem. Åtgärds kostnad för sådana fuktskador under bygg- eller förvaltningsskedena har i många fall erfarenhetsmässigt visats vara större än den initiala kostnaden för fuktsäkerhetsarbetet och fuktsäkra val av tekniska lösningar och produktionsmetoder.

Byggherrens ambitionsnivå återspeglas framförallt i

- Eget engagemang och om en specialist kopplas till projektet som stöd för byggherrens arbete, en så kallad fuktsakkunnig¹. Den fuktsakkunniges uppgift är att ge råd till byggherren vid formulering av krav. Denne kan även hjälpa till att följa upp att kraven uppfylls, bl a genom att följa upp projektörens och entreprenörens arbete genom stickprovsmässig granskning och mätning. Alternativt kan byggherren skaffa sig den kompetens som behövs.
- Kravformuleringarna för fuktsäkert byggande (omfattar projektering, byggande och förvaltning).
- Hur aktörernas fuktsäkerhetsarbete värderas vid upphandling.
- Det egna arbetet med uppföljning av att krav uppfylls. Exempelvis kan byggherren genomföra stickprovsmässiga kontroller av projekteringen för fuktsäker byggnad (fuktdimensioneringen) samt göra besök på byggarbetsplats där kontroll görs av allmänna förhållanden, egenkontroller och vissa stickprovsmässiga fuktmätningar och provtagningar.
- De konsekvenser som formuleras om krav ej uppfylls.
- Val av garantitid.

¹ Sakkunnig bör kunna redovisa kompetens inom fuktområdet, ha kunskap om bygglagstiftning och byggföreskrifter inom fuktområdet, samt ha erfarenhet av fuktsäkerhetsarbete i byggprocessens olika skeden mm.

Bilaga 2 Byggherrens kravformulering för fuktsäkert byggande (fuktsäkerhetsprogram)

Anvisning för byggherren:

Nedan följer förslag på krav som byggherren kan ställa och som har inverkan på byggnadens fuktsäkerhet. Dessa förslag anger tre säkerhetsnivåer. Nivå 1 rekommenderas i de flesta fall där byggherren har ambitionen att ställa krav där risken för fuktskador minimeras. Nivå 3 är den nivå som ofta tillämpas om inga krav ställs från byggherrens sida och som många gånger innebär en risk för fuktrelaterade skador. Om denna nivå väljs, som dock oftast inte kan rekommenderas, har byggherren åtminstone gjort ett medvetet val och tar risken att behöva komplettera med åtgärder för att komma till rätta med fuktrelaterade problem.

Ibland gör byggherren ekonomiska överväganden avseende val av säkerhetsnivå. I detta övervägande måste livscykelperspektivet tillämpas. En initial kostnad för att uppnå hög säkerhet mot fuktskador kan medföra kostnadsbesparingar i ett senare skede eller moment i byggprocessen. Exempelvis medför väderskyddat byggande en kostnad för själva väderskyddet. Väderskyddet innebär dock även en lång rad andra fördelar som är kostnadsbesparande såsom t ex minskade störningar på grund av ogynnsamma väderförhållanden (kyla, vind), minskat beroende av dagsljus, bra arbetsmiljö som minskar risken för andra typer av felutföranden, mindre sjukfrånvaro, möjlighet till en arbetsordning som innebär ergonomiskt bättre arbetsförhållanden [Axelsson et al; 2004].

Förslagen till krav för fuktsäkerhet behandlar framförallt fuktrelaterade frågor som påverkar inomhusmiljön. Skall kraven även avse annan inverkan av fukt såsom rörelser, missfärgningar o dyl bör checklistan kompletteras.

Förslagen till krav kan behöva objektsanpassas. I vissa fall kan det vara så att det inte är relevant att ta med samtliga krav medan komplettering med nya krav kan behövas i andra fall. Detta kan vara fallet speciellt i ombyggnadsfall. En ombyggnad bör föregås av fuktinventering som ligger till grund för byggherrens val av risknivå med hänsyn till byggnadens förutsättningar. Den risknivå som väljs ligger till grund för det åtgärdsförslag som utformas utifrån fuktinventeringen.

Tillsammans med kraven anges även

- hur kraven skall verifieras
- konsekvens vid avvikelser
- vilken aktör som är ansvarig för att kravet uppfylls

Del 1: Förslag till tekniska krav, materialkrav m m – avser projektering och byggande

	Förslag till krav Val av säkerhetsnivå 1, 2 eller 3 görs av byggherre**. Ta bort de alternativ som ej väljs.	Konsekvens vid avvikel- se under byggtid	Aktörs veri- fiering av att krav uppfylls	Ansvarig aktör*
Mikro- biologisk påväxt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materialet skall ej ha mikrobiologisk påväxt av onormal mängd eller ha avvikande lukt. Synlig påväxt och blånader på material får ej förekomma. Vid tveksamheter skickas materialprover för mikrobiologisk analys. 2. Materialet skall ej ha mikrobiologisk påväxt av onormal mängd eller ha avvikande lukt. Synlig påväxt och blånader på material får ej förekomma. Enstaka påväxt på trä slipas eller hyvlas bort. 3. Enstaka missfärgning får förekomma, dock ingen avvikande lukt. 	Utbyte av material.	Egenkontroll ev. analyser	Förslag: E
Trä	<p>För att undvika mikrobiologisk tillväxt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fuktkvot <0,16 kg/kg under byggtid och i bruksskedet. Gäller även leveransfuktkvot till byggarbetsplatsen. Kravet innebär att materialet behöver väderskyddas under byggtiden. 2. Fuktkvot <0,20 kg/kg under byggtid (gäller även leveransfuktkvot till byggarbetsplatsen). Kravet innebär att materialet behöver väderskyddas <0,16 vid inbyggnad och under förvaltningsskedet. 3. <0,20 kg/kg under byggtid, fuktigare perioder kan accepteras om uttorkning sker snabbt. <0,18 vid inbyggnad om uttorkning kan ske efter inbyggnad. <0,16 vid inbyggnad om uttorkning inte kan ske och under förvaltningsskedet. <p>För uppskattning av fuktrörelser för sågat trä kan 2,5mm/m%FK tvärs fiberriktningen användas vid uttorkning. Utifrån denna uppgift och beroende av hur trä skall användas och hur rörelsekänslig konstruktionen är kan krav ställas utifrån denna krympning vid uttorkning.</p>	Utbyte av material.	A, K; Fuktdimen- sionering, E: Mätresultat, EN13183-2	Förslag: A, K, E, F
Gips och träbase- rade skivor, isoler- skivor m m	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kritiskt fukttillstånd (angivet av materialtillverkare) skall underskridas med minst 5 % RF under byggtid och förvaltningsskede. 2. Kritiskt fukttillstånd (angivet av materialtillverkare) skall underskridas under byggtid och förvaltningsskede. 3. Kritiskt fukttillstånd (angivet av materialtillverkare) underskrids under förvaltningsskede. Under byggskedet kan kritisk fuktnivå överskridas under kortare tid om det kan påvisas att materialet ej tagit skada. 	Utbyte av material.	A, K; Fuktdimen- sionering E: Mätresultat	Förslag: A, K, E, F
Golv- material	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kritiskt fukttillstånd (enligt materialtillverkare samt Hus AMA 98) för mattor, lim, spackel skall underskridas och mätas av RBK- auktoriserad fuktkontrollant för betongkonstruktioner eller likvärdigt. Fuktkontrollanten engageras före gjutning, planerar uttorkningsprocessen och gör mätningar vid ett flertal tillfällen (den första trendmätningen senast efter halva beräknade uttorkningstiden). Mätresultat redovisas till byggherre före beläggningsarbetet påbörjas. 2. Kritiskt fukttillstånd (enligt materialtillverkare samt Hus AMA 98) för mattor, limmer, spackel skall underskridas och uppmätas av RBK- auktoriserad fuktkontrollant eller likvärdigt. 3. Kritiskt fukttillstånd (angivet av materialtillverkare) skall underskridas. 	Uttorkning- en skall fortsätta så att kravet uppfylls in- nan matt- läggning kan ske.	A, K; Fuktdimen- sionering E: Mätresultat	Förslag: A, K, E, F
Luft- täthet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lösningar för beständig lufttäthet t ex klämning av skarvar, genomföringar och anslutningar i lufttäta skiktet redovisas i detaljritningar. Luftläckaget skall verifieras genom mätning och får inte överskrida krav i BBR. Principiella lösningar för lufttäthet byggs såsom demonstration vid arbetsberedningen. 2. Lösningar för beständig lufttäthet t ex klämning av skarvar och anslutningar i lufttäta skiktet redovisas i detaljritningar. Luftläckaget skall verifieras genom mätning och får inte överskrida krav i BBR. 	Tätning efter läckagesök- ning. Ny verifierande täthetsprov- ning.	A, K, VVS, el: Anvisningar i handlingar E: Mätresultat,	Förslag: A, K, VVS, El, E, F

	Förslag till krav Val av säkerhetsnivå 1, 2 eller 3 görs av byggherre**. Ta bort de alternativ som ej väljs.	Konsekvens vid avvikel- se under byggtid	Aktörs veri- fiering av att krav uppfylls	Ansvarig aktör*
	3. Generell anvisning för lufttäta lösningar utan detaljlösningar i ritning. Detaljlösningar görs på plats.			
Tryck- skillnad	1. Undertryck inne gentemot ute skapas med hjälp av ventilationen (konvektionsskador undviks). 2. Kortare perioder med invändigt övertryck (gentemot ute) kan accepteras om fukttillskottet är lågt. 3. Längre perioder med övertryck (gentemot ute) kan förekomma. Vid större byggnader med mekanisk till- och frånluftsventilation formuleras kravet istället som: 5-10 % mer frånluft än tilluft.	Injustering av luft- flöden.	VVS; Doku- mentation E: Mätresultat	Förslag: VVS, F
Fukttill- skott i inne- luften	1. Ventilationen dimensioneras så att det invändiga fukttillskottet under normala betingelser (driftskedet) underskrider 2 g/m ³ under alla delar av året. Ingen befuktning av luft förekommer***. Under byggtid skall otät klimatskärm och fuktkänsliga material skyddas från tillfälliga stora fukttillskott (såsom vid uttorkning av t ex betong). 2. Ventilationen dimensioneras så att det invändiga fukttillskottet under normala betingelser (driftskedet) underskrider 4 g/m ³ under alla delar av året. Ingen befuktning av luft förekommer***. 3. Inga krav på lågt invändigt fukttillskott under förutsättning att riskhanteringen behandlas under fuktdimensionering.	Injustering av luft- flöden.	VVS: Doku- menterad beräkning E: Mätresultat	Förslag: VVS, F För bygg- skedet även K, E
Speciella förutsätt- ningar vid om- byggnad	Inför en ombyggnad skall de krav och åtgärder som redovisas som följd efter en fuktinventering uppfyllas. Fuktinventeringen skall ha utförts och åtgärdsförslag och krav anpassade till byggnadens förutsättningar skall vara förankrade hos byggherren. Om byggherren inte ombesörjt inventeringen med åtgärdsförslag och objektsanpassade krav skall en sådan genomföras enligt bilaga 12 och med hjälp av en fuktspécialist/erfaren fuktskadeutredare.			

* En eller flera av följande aktörer har/delar på ansvaret: A arkitekt, K konstruktör, VVS-projektör, El-projektör, E Entreprenör, F Förvaltare. Ange med förkortning vilken/vilka. Denna precisering med ansvarig kan även anges i andra delar av upphandlingsunderlaget.

** Företrädesvis bör nivå 1 (med liten risk för fuktskador) väljas. Nivå 3 medför större risk för fuktskador och rekommenderas ej.

*** Om befuktning erfordras skall särskild hänsyn tas till detta exempelvis genom att ej placera dessa utrymmen i kontakt med klimatskärmen.

Del 2: Program- och projekteringskedde – krav på aktiviteter

	Förslag till krav på aktivitet/målsättning	Projektörens verifiering av att krav uppfylls	Ansvarig projektör A och/ eller K
Kompetens	Visa att kunskap om fuktdimensionering är säkerställd för projekteringskedet. Den person som är ansvarig för fuktdimensionering skall ha genomgått utbildning inom fuktdimensionering. Granskningsansvarig* skall anges och skall ha genomgått utbildning i fuktdimensionering.	Referensobjekt, utbildningar	Namn
Startmöte - fukt	Inblandade projektörer skall delges information om vilka krav som skall uppfyllas, dokumentation, varför fuktsäkerhet är viktigt m m. En av följande ambitionsnivåer väljs av byggherren: 1. Byggherren beslutar om informationsinnehåll avseende ”grundläggande fukt kunskap” och anlitar utbildningsansvarig. Projektören ansvarar för den objektsanpassade utbildningen. Utbildningen skall totalt omfatta minst 4 h. 2. Projektören ansvarar för och genomför informationen i samband med att projektet startas upp. Utbildningen skall totalt omfatta minst 2 h.	Mötesprotokoll eller annan dokumentation	Namn
Vid ombyggnad: Resultat från fuktinventering	Åtgärdsförslag, rekommendationer och krav från fuktinventeringen (identifiering av riskkonstruktioner och fuktskador) beaktas. Fuktinventering – se bilaga 12.	Hänsyn vid fuktdimensionering	Namn
Tidiga viktiga fuktbeslut	Undvik riskkonstruktioner – beakta anvisningar från byggherre om vilka riksnivåer som skall underskridas. Planera för väderskyddat byggande. Dialog med byggherre om eventuella riskkonstruktioner innan fortsatt projektering kan ske.	Mötesprotokoll eller annan dokumentation	Namn
Projektering för fuktsäker byggnad (fuktdimensionering)	Det skall med fuktdimensionering visas att materialens kritiska fuktnivå med angivna säkerhetsmarginaler (se del 1) ej överskrids under byggtid och bruksskede. Metod/checklista presenteras för byggherre i samband med att projekteringen påbörjas, dock senast 4 veckor efter upphandling. Fuktdimensionering kan utföras enligt ”Fukthandboken” kapitel 5 eller enligt checklista som föreslås av byggherren. För att undvika vattensskador skall erfarenheter från VASKA-projektet användas. Dokumentationen skall bli innehålla motiv till att en konstruktion accepteras och i vilken handling detta finns redovisat. Resultatet av fuktdimensioneringen skall tydligt finnas inarbetat i upprättade handlingar. Delredovisning av fuktdimensioneringen skall göras efter halva projekteringstiden. En av följande ambitionsnivåer väljs av byggherre: 1. Väl dokumenterad fuktdimensionering med beräkningsförutsättningar väl på den säkra sidan. Projektör sammanställer kritiska moment till entreprenör samt ger anvisningar för väderskydd och uttorkning. 2. Fuktdimensionering utförs. Vissa delar lämnas att lösas av entreprenören.	Dokumentationen från fuktdimensioneringen redovisas separat.	Namn
Egenkontroll – fuktgranskning av handlingar	En fuktgranskning av ritningar och annat underlag görs av annan person än den som utfört projekteringen*. Ett helhetsperspektiv skall beaktas, risklösningar skall identifieras och alternativa lösningar föreslås. Här kan olika ambitionsnivåer väljas: 1. Projektören skall ombesörja att granskning av fuktdimensioneringen sker. Skall utföras av person som ej varit engagerad i fuktdimensioneringen, och som har dokumenterad utbildning och erfarenhet från fuktdimensionering. 2. Projektören skall ombesörja att granskning av fuktdimensioneringen sker. Skall utföras av person som ej varit engagerad i fuktdimensioneringen. Resultatet från granskningen skall redovisas före (tidpunkt anges av byggherre).	Sammanställda kommentarer från granskare. Dokumentation om att åtgärder vidtagits.	Namn

	Förslag till krav på aktivitet/målsättning	Projektörens verifiering av att krav uppfylls	Ansvarig projektör A och/ eller K
Punkt på projekteringsmöten, samgranskning	Avstämning av fuktsäkerhetsarbetet/uppfyllandet av krav sker med övriga projektörer på projekteringsmöten. Samordning skall ske bland annat genom samgranskning av handlingar.	Mötesprotokoll, samgranskningsprotokoll	Namn
Avstämning mot tidplan	Är tidplanen rimlig med hänsyn till de förutsättningar som tagit form. Eventuella extra åtgärder alternativt behov av ändringar i tidplan skall kommuniceras med byggherre/projektledare.	Mötesprotokoll eller annan dokumentation	Namn
Dokumentation	Dokumentation av kravuppfyllelsen vid fuktdimensioneringen sammanställs och redovisas för byggherren.		

*Som granskningsansvarig kan en intern eller extern specialist anlitas.

Del 3: Byggskede – krav på aktiviteter

	Förslag till krav på aktivitet/Målsättning	Entreprenörens verifiering av att krav uppfylls	Ansvarig hos entreprenör
Kompetens	Visa att kompetensen om fuktsäkert byggande är säkerställd. Fuktskyddsansvarig skall utses och anges. Fuktskyddsansvarig för byggskedet och dennes kompetens och erfarenhet skall beskrivas.	Referensobjekt, utbildning	Namn
Tidig avstämning av tidplan	Åtgärder för att uppfylla tidplan med bibehållen fuktsäkerhet planeras.	Separat dokumentation	Namn
Väderskyddat byggande och torr lagring	Företagets rutiner och plan för väderskyddat byggande och torr lagring redovisas för byggherre före byggstart. Byggherren väljer en av följande säkerhetsnivåer för väderskyddat byggande och materialförvaring: 1. Heltäckande väderskydd 2. Lokala inklädnader 3. Inget väderskydd	Dokument: Plan för väderskyddat byggande	Namn
Granskning av fuktsäkerhet i projektörens underlag	Entreprenör granskar tillhandahållna ritningar, beskrivningar och projektörens uppgifter till kontrollplan med hänsyn till produktionstekniska aspekter och fuktsäkerhet. Eventuella oklarheter diskuteras med projektör och byggherre. I det fall att inte alla delar av byggnaden har fuktdimensionerats under projekteringen skall detta utföras av entreprenören. Denna kompletterande fuktdimensionering skall presenteras inom tid som avtalats. Använd mall för dokumentation av fuktdimensionering.	Mötesprotokoll eller annan dokumentation	Namn
Kontrollplan för fuktsäker produktion inkl egenkontrollplan	Entreprenörens kontrollplan för att säkerställa ett fuktsäkert byggande (fuktplan) formuleras efter identifiering av fuktkritiska moment under byggskedet och skall minst innehålla - plan för torr transport, mottagning, förvaring och väderskydd vid byggande - plan för ren arbetsplats (speciellt jordkontaminering) - uttorkningsplan, för t ex betong - behov av styrd byggvärme och torkinsatser - uppgifter om att kalibrerade mätinstrument används - identifiering av andra kritiska arbetsmoment samt plan för dessa, t ex arbetsutförande av fuktskydd mellan trä och fuktiga material, lufttätethet, montering av vattenbärande installationer, utföranden av tätskikt och genomföringar i våtrum - plan för fuktmetningar (när, var, hur) och annan egenkontroll med hänsyn till ovanstående. Byggherren väljer en av följande ambitionsnivåer för mätningar: 1. Omfattningen av mätningar är god vid materialleverans, under byggtid och före inbyggnad och preciseras av byggherren. Byggherren kan kräva att vissa mätningar utförs av en tredje part. Fuktronder (se mall i bilaga 7) skall utföras och dokumenteras 1 gång varannan vecka, tätare vid behov såsom vid montering av element, regn mm. Fuktronden utförs för att se att inga kritiska punkter eller moment har förbisetts eller lämnats utan åtgärd. 2. Omfattningen av mätningar god före inbyggnad. Redovisning av mätningar och mätpunktspaceringar är tydlig. Byggherren preciserar antalet mätningar. Fuktronder skall utföras och dokumenteras för att kontrollera att inga kritiska punkter eller moment har förbisetts och lämnats utan åtgärd. 3. Entreprenör preciserar själv mätningarnas genomförande. Kontrollplanen för fuktsäker produktion skall godkännas av byggherre senast 1 månad efter byggstart.	Dokumenterad fuktplan inklusive egenkontrollplan	Namn

	Förslag till krav på aktivitet/Målsättning	Entreprenörens verifiering av att krav uppfylls	Ansvarig hos entreprenör
Startmöte – fukt	Personal hos entreprenör och underentreprenörer som berörs skall ges information om hur kraven skall uppfyllas, dokumentation, varför fuktsäkerhet är viktigt m m. En av följande ambitionsnivåer väljes av byggherren: 1. Byggherren beslutar om informationsinnehåll avseende ”grundläggande fuktkunskap” och ombesörjer extern utbildningsansvarig. Entreprenören ansvarar för den objektsanpassade utbildningen. Utbildningen skall totalt omfatta minst 4 h. Därefter ges information vid arbetsberedning. 2. Entreprenören ansvarar för och genomför informationen i samband med att produktionen startas upp. Utbildningen skall totalt omfatta minst 2 h. Därefter ges information vid arbetsberedning.	Mötesprotokoll eller annan dokumentation	Namn
Genomförande av fuktmätningar och andra egenkontroller	Punkter enligt kontrollplan dokumenteras. Om avvikelser mot uppställda krav uppkommer vid den uppföljande mätningen/kontrollen skall åtgärder genomföras enligt bilaga 2 del 1 (konsekvenser).	Dokumentation från mätningar, analyser och kontroller.	Namn
Punkt på byggmöten	Fuktplanen uppdateras, förändringar noteras, kontrollplanens genomförande följs upp och uttorkning stäms av mot tidplan vid byggmöten. Iakttagelser från fuktronder presenteras.	Mötesprotokoll	Namn
Dokumentation	Entreprenören sammanställer dokument som visar att kraven uppfyllts. Dokumentation består bl a av mätresultat, fuktrondsprotokoll, avvikelser som uppkommit, foton. Dokumentationen skall vara färdigställd 2 veckor före slutbesiktningens genomförande.		
Informationsöverföring till förvaltning	Upprättad dokumentation från projektering och byggande samt materialspecifikationer och uppgifter till drift- och underhållsrutiner sammanställs. Dokumentationen görs i samråd med projektörer och förvaltare. Uppgifterna presenteras för drift- och städansvariga vid ett informationsmöte.	Dokument till förvaltning	Namn

Del 4: Förvaltningskedje – krav på aktiviteter

	Förslag till fastighetsägarens krav/målsättning	Förvaltarens verifiering av att krav uppfylls: Hänvisning till dokument*	Ansvarig hos förvaltningsorganisation
Identifiera risker	Identifiering av riskkonstruktioner för att på ett tidigt stadium kartlägga risker och brister i fuktsäkerhet innan klagomål och stora skador uppstår. Om byggnaden är nyproducerad eller ombyggd skall projektör och entreprenör ge uppgifter om detta där även eventuella avvikelser under byggtiden skall ingå. En befintlig byggnad genomgår en fuktinventering för identifiering av byggnadens fuktrisker. Se bilaga 12.	Dokument med byggnadens fuktrisker presenterade	Namn
Drift- och underhållsplan	Krav på att drift- och underhållsplan med hänsyn till fuktsäkerhet upprättas utifrån de fuktrisker som identifierats enligt ovan och med hänsyn till de materialval som gjorts. Se bilaga 10.	Drift- och underhållsplan med hänsyn till fuktsäkerhet	Namn
Dokumentation under drift	Dokumentation av genomförda drift- och underhållsåtgärder enligt plan upprättas. Dokumentationen förvaras med husets övriga drift- och underhållsdokumentation.	Dokumentation av genomförande av drift och underhåll enligt plan	Namn
	Regelbunden (förslagsvis vart tredje till vart femte år) inventering av ytor och konstruktioner och funktioner för uppföljning av tidigare identifierade fuktrisker och identifiering av eventuella nya, t ex med ledning av bilaga 12. Mätningar och provtagningar finns beskrivna i bilaga 8.	Dokumentation av uppföljning av fuktrisker	Namn
	Bedömning av fuktsäkerhetsfrågor skall göras i samband med förändringar (förändringar i tekniska system, konstruktioner eller verksamhet). Bedömning av nya fuktrisker skall göras. Eventuella brister åtgärdas.	Dokumentation av förändringar och ev åtgärder	Namn
	Klagomål skall registreras och undersökas. I de fall klagomål tyder på fuktskada skall åtgärder vidtas.	Dokumentation av klagomål, bedömning av dessa och ev åtgärder	Namn
Handlingsplan om skador uppstår	Rutiner skall finnas såväl för att hantera akuta vattenskadorna som för klagomål rörande inomhusmiljö, hälsa och skador. Plan upprättas för hantering av skador. Exempel på beredskapsplan återfinns i bilaga 11.	Beredskapsplan	Namn

* Resultat, rutiner och anvisningar för fuktsäker förvaltning inarbetas i byggnadens övergripande kontroll-, drift- och underhållsplan.

Bilaga 3 Byggherrens checklista för upphandling och kontraktsgenomgång

Projektörer

Upphandling – implementering av krav

Tabell med krav i bilaga 2 implementeras förslagsvis i förfrågningsunderlag för programupphandling och/eller projekteringsupphandling.

Tydliggör att betalning kan hållas inne i det fall dokument och uppgifter som skall redovisas för byggherre inte följer en fastlagd tidplan. Exempelvis kan x % av vid tillfället gällande belopp i betalningsplan hållas inne om inte åtgärder eller dokumentation redovisats inom utsatt tid.

I ett eventuellt ”Anbudsformulär” kan vissa delar av fuktsäkerhetsarbetet belysas. Utrymme kan t ex finnas för att fylla i:

- Kompetens, organisation (referensobjekt, personalens erfarenhet från fuktsäkert byggande/ fuktdimensionering, eventuell utbildning inom området).
- Hur genomförs fuktdimensioneringen? Vilken metod tillämpas? Proov på företagegen checklista för fuktdimensionering bifogas.
- Andra speciella förhållanden för objektet.
- Referensobjekt med avseende på fuktsäkerhetsarbete enligt företagets rutiner.

Värdering av anbud – förslag

Vid sidan av pris kan följande aspekter värderas:

- Aktörens kompetens och resurser inom fuktsäkert byggande.
- Rutiner/mall för fuktdimensionering.
- Andra speciella förhållanden för objektet.
- Eventuella referenser/referensobjekt.

Värderingen kan utföras enligt t.ex. AFB.51, LOU 1 kap 17 paragrafen och 6 kap 9 paragrafen.

Genomgång före kontraktsskrivning - Projektering

1. Redovisning av projektörens organisation, kompetens och referensobjekt. Vem hos projektören är ansvarig? Identifiering av behov av extra kompetens.
2. Genomgång av ansvarsfördelning.
3. Genomgång av kraven för fuktsäkerhet för att klargöra att projektören har uppfattat krav korrekt.
4. Projektör redovisar metod för fuktdimensionering.
5. Genomgång av avvikelserapportering.
6. Genomgång av informationsspridning inom företaget.
7. Genomgång av informationsspridning till byggskede.

Entreprenör

Upphandling – implementering av krav

Tabell med krav i bilaga 2 implementeras förslagsvis i AF för entreprenadskedet t ex som bilaga.

Tydliggör att betalning kan hållas inne i det fall att dokument och uppgifter som skall redovisas för byggherre inte följer en fastlagd tidplan. Exempelvis kan x % av vid tillfället gällande belopp i betalningsplan hållas inne om inte mätningar, åtgärder eller dokumentation redovisats inom utsatt tid.

Säkerställ att byggherren kan genomföra egna stickprovsmässiga mätningar och kontroller på byggarbetsplatsen vid behov.

I ett eventuellt ”Anbudsformulär” kan vissa delar fuktsäkerhetsarbetet belysas. Utrymme kan t ex finnas för att fylla i:

- Kompetens, organisation (referensobjekt, personalens erfarenhet från fuktsäkert byggande, eventuell utbildning inom området)
- Vilka rutiner brukar tillämpas för att säkerställa fuktsäkert byggande? Beskrivning av metod för väderskydd samt den företagsegna mallen för fuktplan (som exempel på hur detta arbete kan bedrivas) under byggskedet.
- Andra speciella förhållanden för objektet.
- Referensobjekt med avseende på fuktsäkerhetsarbete enligt företagets rutiner.

Värdering av anbud – förslag

Vid sidan av pris kan följande aspekter värderas:

- Aktörens kompetens och resurser inom fuktsäkert byggande.
- Rutiner för fuktsäkert byggande, fuktplan för byggskedet och eventuellt väderskyddat byggande (metod).
- Andra speciella förhållanden för objektet.
- Eventuella referenser/referensobjekt.

Värderingen kan utföras enligt t.ex. AFB.51, LOU 1 kap 17 paragrafen och 6 kap 9 paragrafen.

Genomgång före kontraktsskrivning – Byggande

1. Redovisning av entreprenörens organisation, kompetens och referensobjekt. Vem hos entreprenören är ansvarig? Identifiering av behov av extra kompetens.
2. Genomgång av ansvarsfördelning.
3. Genomgång av krav för fuktsäkerhet för att klargöra att entreprenören uppfattat kraven korrekt.
4. Entreprenör redovisar plan för väderskyddat byggande samt torr lagring av material.
5. Genomgång av egenkontroller och resurser/kompetens för mätningar/provtagningar.
6. Genomgång av avvikelserapportering.
7. Genomgång av informationsspridning inom företaget.
8. Genomgång av informationsspridning till förvaltningsskede.

Säkerställ i samband med upphandling att byggherren har rätt att göra egna stickprovsmässiga mätningar och kontroller.

Bilaga 4 Byggherrens uppföljning - allmänt

Projektörer och entreprenör skall själva verifiera att de ställda kraven i bilaga 2 uppfylls. I bilaga 2 anges även hur verifieringen skall göras. Verifieringen redovisas för byggherren. Byggherren bevakar att verifieringen/uppfyllandet av kraven redovisas för byggherren. Dessutom bör byggherren stickprovsmässigt göra kontroller av tillvägagångssättet vid aktörens verifiering. Speciellt viktigt är att följa upp hur egenkontrollerna utformas och hur resultatet från dem brukas. Det är även lämpligt för byggherren att följa förslagen till fuktgranskningschecklista (bilaga 5) och exempel på fuktplan (bilaga 6).

Byggherren bör även göra vissa egna stickprovsmässiga mätningar/verifieringar och då med hjälp av en specialist.

Eventuella avvikelser som accepteras av byggherren dokumenteras för att följas upp under förvaltningen och före garantibesiktningen.

Inför en garantibesiktning bör en fuktinventering genomföras där eventuella briser i fuktsäkerheten kan fångas upp. En sådan fuktinventering kan utföras enligt bilaga 12. Checklistan i bilaga 12 skall dock i detta fall kompletteras med uppgifter om avvikelser som av någon anledning inte åtgärdats under projekteringsskedet och byggskedet.

Bilaga 5 Enkel checklista för byggherrens kontroll av fuktdimensionering/ fuktgranskning

Det skall med den fuktdimensionering som projektören utför visas att materialens kritiska fuktnivå med angivna säkerhetsmarginaler ej överskrids under byggtid och bruksskede (med de marginaler för beräkningsförutsättningar och parametrar som valts i bilaga 2). Med fuktgranskning menas granskning av ritningar och beskrivande text i syfte att identifiera fuktriskerna som finns i projekterade handlingar så att dessa kan åtgärdas.

En checklista över byggnadsdelar och detaljutföranden upprättas. Varje byggnadsdel och detaljlösning bedöms med hänsyn till alla fuktkällor som kan förekomma. Fuktkällor som skall beaktas är nederbörd (även under byggtid), luftfukt utomhus, luftfukt inomhus, markfukt, byggfukt och även läckage. De ingående materialens kritiska fukttillstånd skall underskridas under byggtid och under bruksskedet med de säkerhetsmarginaler som angivits av byggherren.

Beskrivning av principen för fuktdimensionering med metodikbeskrivning, förslag till innehåll framgår av

- Fukthandboken [Nevander, Elmarsson 1994].
- ”Mall för fuktskyddsbeskrivning och tillhörande verktyg” (under utarbetande) [Mjörnell m fl] där en mall kommer att redovisas under 2006.
- ”Fuktdimensionering enligt generell checklista” [Harderup, 1998]. I [Harderup, 1998] framgår att en byggnadsdel kan godtas genom en av följande tre bedömningar.
 1. Beprövad lösning som man genom dokumenterad mångårig erfarenhet (t ex 10 år) vet är fuktsäker under rådande förhållanden.
 2. Kvalitativ bedömning där projektör genom råd i t ex handböcker kan presentera en fuktsäker lösning.
 3. Kvantitativ bedömning där projektör genom t ex beräkningar påvisar att en lösning är fuktsäker.

Nedan följer ett exempel på enkel checklista som kan användas av byggherren för att stämma av att viktiga punkter beaktas inom projektörens fuktdimensionering. Denna enkla checklista kan även ligga som underlag till tidig identifiering av fuktrisker. Byggherren bör även göra en stickprovskontroll av projektörens fuktdimensionering. Några kritiska möten mellan konstruktioner eller kritiska detaljer väljs ut för stickprovskontrollen. Kontrollen skall endast ha som uppgift att ge byggherren en uppfattning om fuktdimensioneringen utförts trovärdigt. Ansvarig projektör ansvarar fortfarande för att dimensioneringen är korrekt, att alla detaljer och lösningar har beaktats och redovisats.

Eventuella avvikelser som accepteras av byggherren och ej skall åtgärdas i detta läge dokumenteras för att följas upp under produktionen.

Tabell: Checklista för byggherrens kontroll av projektörens fuktdimensionering. Checklistan kan även användas till tidig identifiering av fuktrisker. Tabellen innehåller exempel på kritiska konstruktioner och detaljer.

Material		
Fuktaspekt	Exempel på aspekter att följa upp/kontrollera	Var har punkten beaktats ?
Olämpliga material-kombinationer	<i>Kontrollera att valda material fungerar ihop med de material de skall appliceras mot.</i>	
Golvtytskikt	- Stäm av med tillverkare att kombinationen av betongunderlag, avjämningsmassor, lim och golvmattor fungerar utan risk för nedbrytning av lim, spackel och/eller matta med emissioner som följd.	
Fuktkänsliga material	<i>Material kända ur fuktskadehänseende skall undvikas.</i>	
Tryckimpregnerat trä	- Får ej användas i byggnader på grund av ökad risk för elak lukt.	
Spackel och avjämningsmassor	- Beakta lukt-, ammoniak-, TVOC- och formaldehydavgång samt alkalitet vid val av produkt.	
Jordförorenat material	- Byggnadsmaterial och bjälklag skall skyddas mot att förorenas av jord på grund av ökad risk för mögellukt.	
Betongkvalitet	<i>Betongkvaliteten skall väljas utifrån fuktsäkerhetsperspektiv.</i>	
Val av betong	- Uttorkningsförutsättningar skall anges i samband med val av betongkvalitet, dvs tider för ”tätt hus”, och mattläggning samt dimensionerande torkklimat. - Risker avseende fuktresistens och emissioner på grund av kemiska tillsatser skall vara kända och beaktas. - Om limmad matta skall appliceras på betongen: Betong med $v_{ct} < 0,4$ skall avjämnas med lågalkalisk avjämnning i erforderlig tjocklek för att minimera risken för alkalisk nedbrytning av lim och matta.	

Konstruktioner		
Fuktaspekt	Exempel på aspekter att följa upp/kontrollera	Var har punkten beaktats?
Konstruktionsdetaljer	<i>Konstruktioner skall utformas med hänsyn till utläckande vatten, nederbörd, markfukt, ytvatten, luftfukt och byggfukt. Konstruktioner skall utformas med säkerhetsmarginal mot att mögel och elak lukt uppstår. Kontrollera att nedanstående beaktats.</i>	
Granskade produkter/lösningar	- I det fall att det finns produkter och lösningar som är granskade med avseende på goda fukttegenskaper kan projektörens arbetsinsats för fuktdimensionering/granskning minskas (exempelvis typgodkända eller P-märkta produkter med avseende bland annat på fuktssäkerhet).	
Konstruktivt fuktskydd	- Mellan trä (eller andra fukt känsliga material) och cementbaserade eller fuktiga material skall alltid heltäckande fuktspärr finnas alternativt erforderlig luftspalt. - Kapillärt sugande material får ej stå i kontakt med mindre sugande material om det medför risk för skada.	
Krypgrund	- Skydd mot tillförd markfukt (ytvatten, diffusion och kapillärsugning). - Dränering vid behov. - Sammanställ kända risker med vald krypgrundslösning och överväg åtgärdsalternativ. - Fuktklimat under sommarhalvåret (luftfukt). - Minimering av tillförd markfukt (heltäckande avdunstningsskydd eller markisolering). - Materialval med hänsyn till mögelrisk på syll, blindbotten, markyta etc. - Luftläckage via bjälklag till inomhusmiljön. - Beakta byggfukt och risken att andra intilliggande material kan ta skada av detta.	
Platta på mark	- Skydd mot tillförd markfukt (ytvatten, diffusion och kapillärsugning). - Dränering vid behov. - Byggfukt (även inverkan på intilliggande konstruktionsdelar). Speciell uppmärksamhet på betongvoter. - Termisk isolering under hela plattan, även under voter. Eventuellt behov av ytterligare fuktskydd vid stora bredder på plattan. - Risk för fukttransport från grundsulor eller pålar. - Inverkan av eventuell golvvärme på fuktförhållanden i plattan (och eventuellt angränsande konstruktioner). - Beakta risk för uppvärmning av marken under betongplattan på sikt. Heat 2 eller motsvarande skall användas för beräkning av temperaturgradienter i fall där det termiska fuktskyddet är tveksamt. - Risker med övergolvs konstruktioner. - Risk för föroreningar under tätare skikt (ex plastfolie) på betongplattan.	

Fuktaspekt	Exempel på aspekter att följa upp/kontrollera	Var har punkten beaktats?
Golv	<ul style="list-style-type: none"> - Byggfukt och risken att andra intilliggande golvmaterial kan ta skada av detta. - Kritisk fuktnivå med angiven säkerhetsmarginal för vald golvbeläggning. - Kritisk fuktnivå med angiven säkerhetsmarginal för valt lim. - Beakta lukt-, ammoniak-, TVOC- och formaldehydavgång samt alkalitet vid val av avjämning och spackel. - Inga olämpliga val av golvbeläggning med hänsyn till entréer, köksmaskiner, slitage, städvatten etc. - Risk för städfukt. - Uppvik alt klinkersockel i fuktutsatta miljöer. - Inga ingjutna trädetaljer i betongplattan. 	
Ytterväggar ovan mark	<ul style="list-style-type: none"> - Risk för fuktdiffusion inifrån. - Risk för fuktkonvektion inifrån. - Risk för fuktpåverkan från mark. - Risk för läckage från nederbörd (slagregnsinträngning, fönsteranslutningar, genomföringars utformning m m). - Byggfukt och risken att andra intilliggande material kan ta skada av detta. - Inget fukt känsligt material som tex träfiberskivor, trä och gipsskivor mellan två diffusionstäta skikt. - Risk för köldbryggor och därmed risk för ytkondensation eller hög relativ fuktighet på insidan av konstruktionen. - Plåtarbeten (täthet, beständighet). - Kritisk fuktnivå för valt vindskydd (uteklimat råder). - Fuktsäkert läge och fuktskydd av syll. - Vattenutledare med rätt funktion och beständighet. - Ingen risk för kapillär fuktvandring förbi luftspalt (t ex brukstuggor). - God lufttäthet. - Ingen sommarkondensrisk. - Risker med invändigt isolerade konstruktioner. 	
Källarytterväggar	<ul style="list-style-type: none"> - Skydd mot tillförd markfukt (ytvatten, vattentryck, diffusion och kapillärsugning). - Dränering vid behov. - Byggfukt har möjlighet att torka ut utan att ge upphov till skador (även inverkan på intilliggande konstruktionsdelar). - Termisk isolering på utsidan av väggen. - Inverkan av eventuell golvvärme på fuktförhållanden i väggen. - Risk för fuktdiffusion inifrån. 	
Fönster	<ul style="list-style-type: none"> - Inga känsliga material i smyg och fönsterbänk. - Inläckage- och kondensrisk kring karm hindrad. - Fuktsäker placering av lister och bleck. - Inga fuktrisker på grund av kallras och kondens invändigt. 	

Fuktaspekt	Exempel på aspekter att följa upp/kontrollera	Var har punkten beaktats?
Våtrum	<ul style="list-style-type: none"> - Godkänt tätskiktssystem enligt GVK, MVK, PER - Säker anslutning kring golvbrunnar och andra genomföringar i tätskikt. - Tätskikt under vattenhanterande maskiner skall utföras med uppvik mot väggar och rörgenomföringar. - Materialval hos ytskikt, fogar med hänsyn till mögelresistens. - Undvik att placera dusch/bad mot ytterväggar (risk för två diffusions-täta skikt) 	
Vattenskadesäkerhet	<ul style="list-style-type: none"> - Kravlista enligt VASKA-projektet beaktas [Andersson, Kling]. - Golv- och bjälklagskonstruktioner projekterade så att skador av utläckande vatten begränsas. - Kondens och utläckande vatten i dolda utrymmen anordnade så att vatten snabbt blir synligt. Utläkningsvarning kan behöva införas. - Skarvning av rör ej dolda i väggar och golv. - Värmeisolering av vattenförande rör. - Beständighet hos vattenförande rör och skarvar. 	
Entréer	<ul style="list-style-type: none"> - Bra system för avtorkningszon. - Vindfångsutförning. - Fuktkänslighet vid risk för regninläckage innanför terrassdörrar. 	
Vindar	<ul style="list-style-type: none"> - Luftfuktighetens variationer under hela året (stor isolertjocklek medför uteklimat på vind). - Materialval med hänsyn till mögelresistens (material som underlagstak, vindskydd på isolering etc). - Behov av ventilationsanordningar. - Fuktdiffusion inifrån. - Risk för fuktkonvention vid otätheter, genomföringar (t ex intill lucka och genomföringar). - Risk för utifrån inläckande vatten. - Risk för indrivning av yrsnö. - Inga fukt känsliga material som t ex träfiberskivor, trä och gipsskivor mellan två diffusionstäta skikt. - Risk för köldbryggor och därmed risk för hög RF på insidan av konstruktionen. - Byggfukt och risken att andra intilliggande material kan ta skada av detta, speciellt från vindsbjälklag av betong. 	
Tak	<ul style="list-style-type: none"> - Risker med låglutande tak, invändiga brunnar, terrassbjälklag etc. - Utförande kring takfot. - Plåtarbeten. - Takavvattning inkl rensilar. - Ev behov av bräddavlopp 	
Lufttäthet	<ul style="list-style-type: none"> - Lufttätt utförande i klimatskärm. Skarvar i det lufttätande skiktet, anslutningar mellan konstruktionsdelar, genomföringar, anslutningar m m bedöms. Lösningarna skall garantera beständig lufttäthet t ex med klämning. Se ”God lufttäthet” [Adalberth, 1998] samt SP-rapport [Sandberg, Sikander 2004]. 	

Uppgifter till byggskedet		
Fuktaspekt	Exempel på aspekter att följa upp/kontrollera	Var har punkten beaktats?
Väderskydd	<i>Byggarbetsplatsens väderskydd, dvs metoder för att skydda mot nederbörd under uppförandet skall beskrivas.</i>	
Väderskyddat byggande	- Planering för väderskyddat byggande (beaktande av byggnadens bredd och höjd m m). Tidig dialog med entreprenör.	
”Tätt hus”	- Senaste datum för ”tätt hus” för att klara uttorkning av betong.	
Skydd av stomme	- Bygghälsor som kräver väderskydd under montering, alternativt heltäckande byggnadsskydd. Gäller även befintliga byggnadsdelar.	
Skydd av monterade material	- Material som kräver väderskydd under uppbyggnad, ex limträbalkar, utegipsskivor etc.	
Skydd av fönsteröppningar	- Provisoriskt skydd för fönsteröppningar etc direkt i samband med vägguppbyggnad.	
Materialförvaring	<i>Lagerplats för fukt känsliga material måste uppfylla vissa krav för att virke och känsliga produkter inte skall ta skada innan de byggs in.</i>	
Leveranskontroll	- Anvisningar för mottagningskontroll.	
Fukt känsliga material	- Uppslagsplats fukt skyddat mot såväl markfukt som regn i kombination med hård vind.	
Fukt känsliga material	- Material som kräver inomhusförvaring och/eller som skall förvaras luftigt enligt leverantörskrav anges.	
Byggvärme och avfuktning	<i>Torkklimatet inne efter ”tätt hus” styr uttorkningstider och säkerheten för en torr byggnad.</i>	
Temperatur	- Alla utrymmen inom byggnaden bör ha temperaturer som förebygger risk för kondensproblem. - Temperaturen skall uppfylla klimat angivet i uttorkningsberäkning.	
Relativ luftfuktighet	- Ge anvisningar till byggarbetsplats om produktionsmoment som medför stort fuktillskott till inomhusmiljön (tex vid gjutning av betong och uttorkning av denna) och då klimatskärmen kan komma att belastas av fukt inifrån. Ge anvisningar för att skydda material och konstruktioner från hög RF/kondensutfällning.	
Uttorkningsberäkningar	<i>Preliminär uttorkningsberäkning skall utföras för valda betongkonstruktioner.</i>	
Beräkningsmetod, betong	- Torckas skall användas för beräkning av uttorkningstider för kritiska snitt (t ex voter) och kontrolleras mot kritisk fuktnivå för valda golvbeläggningar och preliminär tidplan.	

Bilaga 6 Exempel på kontrollplan för fuktsäker produktion

Kontrollplanen upprättas av entreprenören och kan sammanställas som en pärm med följande flikar.

1. Fuktkrav ställda i handlingarna.

- Gällande krav på fuktsäkerhet .
- Alternativt specifika krav på kritiska fuktnivåer, uttorkningsberäkningar, mätprogram och dokumentation.

2. Identifiering och dokumentation av kritiska moment

- Fuktkänsliga konstruktioner uppmärksammade under projekteringskedet skall övervakas under byggskedet och dokumenteras. Identifieringen görs i samråd med projektör t ex åtgärder för lufttäthet, utförande av fuktspärar. Åtgärder implementeras i egenkontrollen.
- Vid förändringar eller val av nya material under byggskedet skall dessa granskas ur fuktsäkerhetssynpunkt och risker redovisas.

3. Fuktsäker materialhantering

- Beskriv hur materialhantering skall ske
 - Krav på material som beställs till byggarbetsplatsen
 - Rutiner för mottagningskontroll
 - Lagringsplats ordnas nederbördsskyddad, luftigt och skyddat från markfukt och i vissa fall solljus
 - Ytterligare lagringsanvisningar från materialtillverkare tillgodoses
 - Material får ej nedsmutas
- Beskriv hur eventuellt väderskydd av byggnaden eller känsliga delar av den skall ske.
- Beskriv eventuell vattenhantering vid håltagning, blandning av bruk etc.

4. Uttorkningsplan upprättas före gjutning:

- Uttorkningsberäkning skall göras enligt TorKaS (eller motsvarande).
- Beräkningsunderlag skall redovisas för torkberäkning, enligt nedan:
 - Gjutetapper; datum för gjutning, **tätt hus** och mattläggning
 - Betongkvalitet; Hållfasthetsklass, vct-, vbt-tal
 - Kemiska tillsatsmedel eller silikastofinblandning
 - Används membranhärdare, vattenglas, vakuumbehandling etc
 - Temperatur och relativ fuktighet vid golv efter tätt hus
 - Konstruktionsritning samt beräkning över voter
- Uttorkningsberäkning skall revideras vid förändring som påverkar uttorkningstiden.

5. Byggvärme och styrd torkning

- Plan upprättas för att säkra angivet torkklimat i uttorkningsplanen.
- Torkklimatet skall följas upp med kontinuerliga mätningar.

6. Fuktmätningar

- Mätförfarande för fuktmätning i betong beskrivs i Hus AMA 98 och RBK (Rådet för Byggkompetens). Mätning av fuktkvot beskrivs i bilaga 8.
- Tidplan för fuktmätning i betong redovisas före gjutning, både för tidig trendmätning och för slutmätning.
- Mätinstrument för fuktmätningar skall ha erforderliga giltiga kalibreringsintyg.
- Kontroll av fukt före inbyggnad av material dokumenteras enligt:
 - Dokumenterad leveranskontroll
 - Okulärt godkännande av virke, gipsskivor etc
 - Fuktmätning i syllar och träreglar före inbyggnad
 - Korrekt utfört fuktskydd mellan betong och trämaterial
 - Kondensrisk på kalla ytor under entreprenadtiden på grund av hög fuktavgivning från betong övervakas och risker dokumenteras

7. Åtgärder vid högt fukttinnehåll

- Beskriv i förväg:
 - Åtgärder som vidtas vid förhöjt fukttinnehåll för material (se bilaga 2, del 1)
 - Åtgärder som vidtas vid sen uttorkning av betong
 - Tidmarginaler som finns om torktiden blir längre än beräknad
- Dokumentera eventuella åtgärder.
- Upprätta katastrofplan för incidenter som vattenläckage. Skadeverkningar av sådana förebyggs genom t ex att se till att de upptäcks så tidigt som möjligt och att saneringsåtgärder sätts in snabbt.

8. Fuktsäker golvläggning

- Byggfukt i avjämning. Kontrollera RF i avjämning före mattläggning.
- Limningsteknik väljs som minimerar fuktbelastningen på lim och matta. Häftlimning krävs mot täta underlag.
- Lågalkalisk avjämning krävs på betong med låga vct-tal ($< 0,40$), för att minska risken för alkalisk fuktpåverkan på lim och matta.
- Om golvvärme finns: ange konsekvenser för uttorkning, betydelse för ekvivalent mätdjup och risker vid golvläggning. Ange restriktioner för tider då golvvärme får kopplas på.
- Golvmaterial skall godkännas av byggherre:
 - Avjämningsmassa
 - Golvlim
 - Golvbeläggning/mattfabrikat

9. Täthet klimatskal:

- Lufttäthet
- Detaljutformningar i klimatskal mot inträngning av nederbörd
- Detaljutformningar av grund

10. Installationer och våtrum

- Täthetsutförande hos vattenförande installationer
- Utformning av ”skvallerfunktioner”
- Placering av vattenförande installationer
- Utförande av tätskikt i våtenheter liksom genomföringar i tätskiktet
- Fall mot brunn

11. Fuktronder

- Fuktronder enligt bilaga 7 för att kartlägga moment och missar i detaljer och produktionsteknik.

Bilaga 7 Exempel på checklista för fuktrond

Källa: "Fuktsäkerhet i byggprocessen" som är ett pågående projekt [Mjörnell m fl].

FUKTROND nr. _____

Projektnr.	Projektamn	Ort
Byggherre	Fuktsakkunnig	Byggladare/kvalitetsansv.PBL
Datum	Medverkande	
Utförd av:		

Nr	Kontrollpunkt	Ja/Nej	Kommentar, avvikelse, förslag till åtgärd, hänvisning till dokument
1.	Skydd av material och konstruktion		
1.1	Utförs mottagningskontroll för material och produkter? Av vem utförs den? Hur utförs den? Hur dokumenteras den?		
1.2	Finns möjlighet till torr förvaring av material och produkter?		
1.3	Lagras material och produkter skyddade från fukt, nedsmutsning och åverkan?		
1.4	Är väderskydd anordnade omedelbart efter montering av känsliga material?		
1.5	Mäts klimatet i utrymmen där material lagras. Mäts klimatet på byggplatsen?		
1.6	Finns uppgifter om väderleksförhållanden den gångna veckan?		
2.	Läckage, nederbörd		
2.1	Har det förekommit vattenläckage eller stora mängder nederbörd? Ange var och i vilken omfattning. Markers på planritning.		
2.2	Har vatten använts vid håltagning? Ange var och i vilken omfattning.		
2.3	Finns beredskap för att hantera ett läckage? Vilka metoder används? Vem utför?		
3.	Fukt i material		
3.1	Finns det trä eller träbaserade material (monterat eller inte monterat) som har fuktats upp? Ange var och i vilken omfattning?		
3.2	Har mätning av fuktillstånd i trä eller träbaserade material utförts? Ange resultat, mätmetod samt vem som utfört mätningen.		

3.3	Har gips fuktats upp? Ange var och i vilken omfattning.		
3.4	Har mätning av fuktillstånd i gips utförts? Ange resultat, mätmetod samt vem som utfört mätningen.		
3.5	Har andra fuktkänsliga material (t ex mineralull, asfboard, andra skivor etc.) fuktats upp? Ange vilka material, var och i vilken omfattning.		
4. Uttorkning av betong			
4.1	Finns det stående vatten på bjälklag? Ange omfattning och varaktighet. Markeras på planritning.		
4.2	Har tidplanen för gjutning, uttorkningsklimatet eller typ av betongkvalitet eller ytskikt ändrats utifrån de ursprungliga förutsättningarna? Ange hur detta påverkar uttorkningstiden.		
4.3	Påskyndas uttorkningen? Ange metod och varaktighet.		
4.4	Utförs mätning av RF i betong? Ange metod, vem som utför mätningen och omfattning.		
4.5	Finns det mätresultat? Ange avvikande mätresultat, orsak, åtgärd.		
5. Tekniska system			
5.1	Är öppna kanaler och don skyddstäckta?		
5.2	Har trycksatta ledningar provtäckts innan de byggts in?		
5.3	Har det förekommit läckage från tekniska system? Ange typ av system och omfattning på läckaget.		
6. Renhet på ytor			
6.1	Finns smuts eller skräp på ytor?		
6.2	Har betongytor rengjorts innan de belagts med plastfolie, luftspaltbildande matta eller annat ytskikt. Ange metod och omfattning.		
7. Övrigt			
7.1			

Ovanstående kontroller är utförda:	Datum
Byggherrens fuktskyddssakkunnige, sign.	Entreprenörens ansvarige, sign.

*)Bilagor: Planritningar med markeringar för stående vatten och uppfuktade material. Mätresultat. Avvikelse rapport. Foton.

Bilaga 8 Exempel på verifieringsmetoder/mätmetoder för byggskedet

I samband med verifiering av krav ställda i bilaga 2 erfordras vissa mätningar och analyser. Exempel på mätmetoder och analyser som kan användas vid denna verifiering redovisas nedan. Många beskrivningar är hämtade från Att undersöka innemiljö, SP Rapport 1999:01 [Samuelson et al, 1999].

Mätnoggrannhet

Mätnoggrannheten för olika mätningar som presenteras nedan beror bland annat på de mätinstrument som används, handhavande och kalibreringsrutiner. Det är viktigt att känna till instrumentets begränsningar och att följa beskrivningar av mätmetoder.

Mätnoggrannheten skall anges för varje mätning. Kritiskt fuktillstånd skall jämföras med upp-mätt värde summerat med mätnoggrannheten.

Mätningarnas omfattning - val av mätpunkter samt mätintervall

Mätpunkternas **antal** samt **placering** görs på ett sådant sätt att de representerar olika delar av byggnaden samt att även de mest ogynnsamma mätpunktsplaceringarna representeras. Som exempel på ogynnsam mätpunktsplacering kan nämnas:

- Platser som blivit utsatta för nederbörd (exempelvis del av betongbjälklag som blivit utsatt för regn vid fönsteröppningar, hål m m).
- Platser där uttorkning av byggfukt blivit förhindrad (exempelvis undersida av träsyll som ligger an mot fuktspärr).
- Platser där den största mängden byggfukt finns (exempelvis betongvoter).

Tidpunkter för mätningen samt **tiden mellan upprepade mätningar** planeras med utgångspunkt från syftet med mätningen. I det fall att mätning påvisar att krav uppfyllts behöver detta ej följas upp med ytterligare mätningar om det inte finns en risk att de yttre förutsättningarna ändras (exempelvis att materialet blir uppfuktat). Om ett uttorkningsförlopp följs bör dock mätningen upprepas med visst tidsintervall, exempelvis vid uttorkning av byggfukt i betong.

Entreprenörens planerade verifieringsarbete presenteras för byggherre i den kontrollplan för fuktsäker produktion (fuktplan) som beskrivs i bilaga 6. Här presenteras antalet mätpunkter, mätpunktsplacering, mätintervall samt mätmetod för varje krav som skall verifieras (se även bilaga 2 del 1):

- fuktinnehåll i fuktkänsliga material såsom trä, träbaserade material
- fuktinnehåll i betong före mattläggning
- mikrobiologisk påväxt på material
- lufttäthet
- tryckskillnad
- fuktillskott inomhus under byggtiden (skillnaden i ånghalten inne och ute)

Byggherren bör förmedla vilken ambitionsnivå som byggherren vill att entreprenören skall ha avseende verifierande mätningar. Se bilaga 1.

Mikrobiologisk analys

Mikrobiologisk påväxt på material syns ibland med blotta ögat såsom missfärgningar på trä, träbaserade skivor och gips. I dessa fall krävs ingen mikrobiologisk analys. Materialet har omfattande påväxt och har därmed utsatts för fukt.

Material som luktar unket/avvikande eller har varit utsatt för fukt som överskrider den kritiska fuktnivån kan ha mikrobiologisk påväxt som ej syns för ögat. Prover från dessa material kan analyseras på laboratorium, så kallad mikrobiologisk analys. Materialet studeras där i mikroskop och en bedömning görs om materialet har mikrobiell påväxt och om omfattningen av påväxten innebär risk för lukt/besvär.

Litteratur

Hilling, Palmgren. Fukt, svamp och bakterier i byggnader. En handledning vid skadeutredningar. SP Rapport 1993:07. 1993.

Hallenberg, Gilert. Mikrobiologiska analyser av prover från byggnad. SP Rapport 1993:19. 1993.

Samuelson, Blomquist. Mikrobiologisk nedbrytning av byggnadsmaterial –en jämförelse mellan olika analysmetoder. SP Rapport 1995:59. 1995.

Johansson. Mikroorganismer i byggnader. SP Rapport under framtagande. 2005.

Luktkontroll (indikering)

Allmänt

Material som byggs in i hus skall helst vara "luktnutrala" och ej ha störande, avvikande lukt. Frågan om lukt är subjektiv och därför svår att hantera. Ett sätt att hantera frågan kan dock vara att ha en "luktpanel" (bestående av några personer) om det påtalas att ett material som levereras till byggarbetsplatsen har avvikande lukt. Panelen kan bestå av representant från beställare, entreprenör och eventuellt brukare.

Olika typer av lukter finns beskrivna i "Att undersöka inomhusmiljö" [Samuelson, I., et al. 1999].

Bestämning av luftfuktighet (RF) med hjälp av psykrometer, hygroskopiska elektriska givare, icke hygroskopiska elektriska givare

Bestämning av luftfuktighet med hjälp av psykrometer

Syftet med mätningen är att bestämma temperatur och relativ fuktighet i luften. Ur dessa två parametrar kan den absoluta ånghalten beräknas. Används i allmänhet för att bestämma rums-, uteklimat och för mätning i stora luftspalter t ex kryprum och vindar.

Principen är att lufttemperatur och "våt" temperatur samtidigt bestäms. Den "våta" temperaturen mäts med en termometer som är omlindad med en blöt strumpa och är utsatt för en luftström. Då avdunstar vattnet och för detta åtgår en viss mängd ångbildningsvärme. Ju torrare omgivande luft är desto större avdunstning och lägre våt temperatur. Av den torra och våta temperaturen kan man med hjälp av tabell eller diagram bestämma den relativa fuktigheten (RF) för den aktuella temperaturen.

Enkel och relativt säker metod där både temperatur och RF erhålls samtidigt. Metoden kräver att avläsning sker då luftströmningen över strumpan fortfarande pågår eller precis har upphört. Metoden är lämplig för mätning inne, i ventilerade utrymmen som vind och kryprum samt ute (åtminstone så länge utetemperaturen är över noll). Metoden kan ej användas för mätning i mycket små luftvolymmer eftersom avgivningen av vatten från den våta termometern kan störa.

Den våta termometern fuktas med destillerat vatten. Om annat vatten används kommer strumpan så småningom att smutsas, vilket kan ge felaktigt resultat. Luftströmmen över den blöta strumpan måste vara större än 2 m/s. I annat fall kommer felaktiga mätvärden att erhållas. Rätt lufthastighet erhålles med hjälp av fläkt eller genom att psykrometern roteras i luften. Temperaturerna måste ha stabiliserats innan avläsning sker vilket tar 5-10 minuter.

Bestämning av luftfuktighet med hjälp av hygroskopiska elektriska givare

Med hjälp av elektriska instrument bestäms luftfuktigheten i stora (t ex rum) eller små volymer (t ex borrhål i en konstruktion). Vanligtvis mäts både RF och temperatur med dessa instrument.

Metoden är snabb och medger mätning i både stora och små volymer. Instrumenten är känsliga för vatten och måste därför skyddas från kondensutfällning. Instrumenten måste fortlöpande kalibreras på flera punkter inom mätområdet. Innan mätning sker bör man lämpligen motmäta givaren mot andra givare eller mot exempelvis en psykrometer för att kontrollera att givaren ej har varit utsatt för kondens. Mätning bör ej företas innan instrumentet antagit omgivande luftens temperatur.

Vid mätning i borrhål i konstruktioner med annan temperatur än rumsluften måste temperaturen i borrhålet bestämmas med en separat givare, exempelvis en yttemperaturgivare. Med denna temperatur och ur uppmätt ånghalt beräknas den relativa ånghalten.

Mätning i konstruktioner med högre temperatur än omgivande luft, t ex uppvärmd betongplatta under uttorkning, bör utföras med stor försiktighet så att kondensutfällning undviks.

Vid mätning i stora luftvolymmer och med ett instrument vars skyddshölje är rent kan mätning i allmänhet företas efter 5-15 minuter. Om givarens skyddshölje är igensatt av damm eller dylikt förlänger detta mättiden avsevärt.

Vid mätning i små volymer, t ex borrhål i betong eller i en regelvägg där jämviktsförhållandena störs vid insättningen av givaren, måste man avvakta tills jämvikt uppnås. (Jämför mätning i material.)

Personal som utför mätningarna skall vara förtrogen med instrumentets känslighet.

Bestämning av luftfuktighet med hjälp av icke hygroskopiska elektriska givare

Luftfuktigheten bestäms genom att mäta luftens daggpunkt. Ur daggpunkten bestäms den absoluta ånghalten. Om luftens temperatur mäts samtidigt kan även den relativa fuktigheten bestämmas. Daggpunktshygrometern är ett noggrant instrument som även kan användas som referens till andra instrument.

Luften som skall mätas får passera en spegel vars temperatur kan varieras. Temperaturen på spegeln sänks till dess att imma uppstår. När detta inträffar har daggpunkten nåtts. Temperaturreglering, konstanthållning och mätning sker på elektronisk väg. I vissa instrument låter man fuktig luft diffundera in genom ett filter till spegeln. Principen är enkel, metoden är noggrann och medger en kontinuerlig mätning. Mätning kan ske även i relativt begränsade volymer.

Mätning kan ske både i provhåll i fält och på provbitar som tas till laboratoriet.

Litteratur

Samuelson, et al. Att undersöka innemiljö, SP Rapport 1999:01.

Svensk standard SS 92 01 22. Provningsbetingelser. Bestämning av relativ fuktighet hos provningsatmosfär.

Bestämning av fuktinnehåll i material genom mätning av RF i borrhål

Allmänt

Användningsområden för mätning av RF i borrhål är till exempel mätning i betong före mattläggning, mätning på olika djup för att kontrollera uttorkningen eller i samband med en skadeutredning. Genom att mäta RF och temperatur i borrhål på olika platser och på olika djup i befintliga konstruktioner kan ånghalt beräknas och fuktvandningsriktning klarläggas.

I hygroskopiska material finns ett överskott av vatten. I ett borrhål kommer därför en jämvikt mellan materialets fuktighet och den inneslutna luftvolymens fuktinnehåll relativt snabbt att utvecklas. Genom att mäta RF och temperatur i borrhålet kan därför fuktigheten i materialet bestämmas. Metoden är ej lämplig för mätning i icke-hygroskopiska material såsom cellplast, mineralull, tegel eller sand om inte mycket långa mättider används.

Mätförfarandet finns beskrivna i den litteratur som anges nedan. Följande bör dock beaktas:

- Störning av själva borrningen avseende temperatur och fuktighet måste ha upphört vilket innebär att mätning i betong kan utföras först efter flera dygn efter borrningen.
- Borrhålet bör sugas rent från borrkax.
- Undvik mätning på ytor som utsätts för solljus eller annan temperaturändring.
- För att mätning skall ske på rätt djup bör tätning ske mellan givare och borrhål ovanför mätytan.
- Korrigeringar av uppmätt RF behöver ibland göras t ex om konstruktionen är kallare än inneluften, om mätningen sker vid en annan temperatur än under fortvarighetstillståndet osv.

RF genom mätning i borrhål – betong (före mattläggning)

Vid bestämning av RF i betong med mätning i borrhål finns riktlinjer i Hus AMA 98 samt RA 98 Hus, avsnitt YSC. I AMA anges att mätningens osäkerhet skall redovisas liksom hur den är bestämd. Idag finns ett sätt att leva upp till dessa krav och det är att fuktmätning i betong utförs enligt systemet RBK-auktorisera fuktkontrollant betongkonstruktioner. För metodbeskrivning samt kalibrering av mätutrustning – se Sveriges Byggindustriers skrift ”Manual fuktmätning i betong”, version 3, daterad 2001-05-16.

Litteratur

Hus AMA 98 kap YS, AB Svensk Byggtjänst, 1998.

Sveriges Byggindustriers skrift ”Manual fuktmätning i betong”, version 3, daterad 2001-05-16.

Bestämning av fuktinnehåll i material genom mätning av RF på uttaget prov

Allmän beskrivning

Syftet med mätningen är att bestämma RF i en konstruktion genom mätning på uttaget prov. Metoden är ett alternativ till mätning i borrhål och är tillämpbar på hygroskopiska material såsom betong. Man bör även eftersträva att mäta temperaturen på provet innan det tas ut.

Principen bygger på att ett uttaget prov som placeras i ett slutet utrymme kommer att avge fukt i sådan mängd att samma RF erhålles i provvolymen som i provet. Om temperaturskillnaden är stor mellan provplats och laboratorium skall mätvärdena korrigeras. Mätningen inne i provvolymen kan exempelvis göras med elektrisk givare.

Mätförfarandet finns beskrivna i den litteratur som anges nedan. Följande bör dock beaktas:

- För att de uttagna proverna inte skall bli störda i alltför stor omfattning bör provbitarna inte vara alltför små.
- Under provuttaget bör provet omgående placeras i en tillsluten volym som man sedan mäter i.
- Den tillslutna volymen bör inte vara alltför stor i förhållande till provet (ju mindre omgivande luftvolym desto fortare uppnås jämvikt).

RF på uttaget betongprov före matläggning

Vid bestämning av RF i betong med uttaget prov finns riktlinjer i Hus AMA 98 samt RA 98 Hus, avsnitt YSC. I AMA anges att mätningens osäkerhet skall redovisas liksom hur den är bestämd. Idag finns ett sätt att leva upp till dessa krav och det är att fuktmätning i betong utförs enligt systemet RBK-auktoriserad fuktkontrollant betongkonstruktioner. För metodbeskrivning samt kalibrering av mätutrustning – se Sveriges Byggindustriers skrift ”Manual fuktmätning i betong”, version 3, daterad 2001-05-16.

Litteratur

Hus AMA 98 kap YS, AB Svensk Byggtjänst, 1998.

Sveriges Byggindustriers skrift ”Manual fuktmätning i betong”, version 3, daterad 2001-05-16.

Samuelson et al. Att undersöka innemiljö. SP-Rapport 1999:01.

Bestämning av fuktinnehåll i ytan av ett material genom kupmätning

Beskrivning, allmänt

Syftet med mätningen är att bestämma relativ fuktighet och temperatur på ytan av ett material. Ur dessa två parametrar kan den absoluta ånghalten beräknas. Används ofta för att dels värdera uppmätt RF mot kritisk RF för det aktuella materialet, dels för att bestämma skillnader i ånghalten mellan material och omgivning eller olika delar av materialet.

Principen bygger på att man ovanpå ett material lägger ett tätskikt eller en kupa med innesluten luftvolym. Härvid kommer fukt från materialet att avges till dess att jämvikt uppnås. Själva mätningen kan utföras med exempelvis elektriska givare som innesluts i volymen. Metoden är enkel och ger en bra indikation på fuktinnehållet i ytskiktet, men kan vara tidkrävande innan

jämvikt uppnått. Ytan som man mäter emot bör skrapas ren från limrester eller annat tätande skikt.

Litteratur

Samuelson et al. Att undersöka innemiljö. SP-Rapport 1999:01.

Bestämning av fuktkvot i trä genom resistansmätning (fuktkvotsmätning)

Beskrivning

Genom mätning av elektrisk resistans kan man bestämma träets fukttinnehåll. Fuktkvoten anges i kg/kg (på mätinstrumentet ofta uttryckt som procent). Metoden kan både användas för momentanmätningar och långtidsmätningar.

$$u = \frac{\text{vikt vatten}}{\text{vikt torrt material}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)$$

Den elektriska resistansen i trä är beroende av bl a fukttinnehållet. Ju högre fukttinnehåll desto lägre motstånd. Resistansen mäts mellan två elektroder inne i materialet. Genom att slå in elektroderna olika långt i träet kan man få en uppfattning om fuktfördelningen. Ur kalibreringskurvor för olika träslag och temperatur eller genom direkt omvandling i instrumentet fås träets aktuella fuktkvot.

Metoden kan i vissa sammanhang ge osäkra mätresultat t ex om träet är inhomogent eller saltimpregnerat. För att metoden skall vara tillförlitlig skall mätningar företas på homogena partier där temperaturen är känd och på material som ej innehåller orenheter som påverkar ledningsförmågan. Normalt är noggrann mätning ej möjlig i tryckimpregnerat virke.

Korrigerigering av mätresultatet skall göras om mätning genomförs vid temperatur som skiljer sig från temperaturen i fortvarighetstillståndet.

Eftersom mätdjupet är odefinierat, även om isolerande stift används, kan det vara svårt att bestämma fuktvariationerna inne i ett material om fuktvariationerna är små.

Vid fuktkvoter under 0,20 kg/kg är noggrannheten större än vid högre fuktkvoter. Fuktkvoten anges i kg H₂O per kg torrt material (kg/kg). Om mätning skett i trä där felvisning kan förväntas skall detta anges.

Litteratur

Manual fuktmätning i trä är under framtagande (RBK).

Alvedahl, B m fl. Byggkontroll - instrument och hjälpmedel. Statens råd för byggnadsforskning, rapport R29:1982. Stockholm 1981.

Fältundersökningar, Fukt i byggnader. Statens institut för byggnadsforskning, meddelande M82:7. Gävle 1982.

Bestämning av fuktkvot i material genom torkning-vägning-torkning

Beskrivning

Syftet med mätningen är att bestämma fukttinnehållet på ett uttaget prov. Resultatet redovisas som materialets fuktkvot. Vad gäller fuktkvot i trä – se ”Mätning av fukt i trä genom resistansmätning”.

$$\text{fuktkvot} \left(\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) = \frac{\text{vikt förångningsbart vatten}}{\text{vikt torrt material}}$$

Provet vägs varefter det torkas och vägs på nytt. Provet torkas i ugn vid 105 °C (gäller de flesta byggmaterial) eller vid lägre temperaturer 40-80 °C (gips, cellplast m m). Torkmedel kan även utnyttjas. Provet torkas tills jämvikt erhålles. En fuktkvotsbestämning tar flera dygn i anspråk innan jämvikt erhålls i provet. Om proven är stora kan torktiden öka väsentligt.

I många fall är det svårt att ta ut provbitar utan att störa provet samt att erhålla ett representativt prov. Mätning av fuktkvoten i icke homogena material kan ge svårtolkade resultat. Fuktkvoten i t ex en betongplatta varierar både beroende på fukttinnehållet och på ballasthalten.

För att provet inte skall störas måste detta omedelbart efter provuttagningen förvaras i ett diffusionstätt, litet utrymme. Redan efter några minuter kan avdunstningen bli så stor att mätresultaten blir felaktiga på små provkroppar.

Vid utvärdering av mätresultaten krävs kännedom om byggnadsfysikaliska samband.

Noggrannheten är förutom av vågens noggrannhet även avhängig provuttagningsförfarandet och hanteringen av provet vid analys. Med relativt stora prov undviker man dock risken för stora felmätningar.

Litteratur

Samuelson et al. Att undersöka innemiljö. SP Rapport 1999:01.

Alvedahl, B m fl. Byggkontroll - instrument och hjälpmedel. Statens råd för byggnadsforskning, rapport R29:1982. Stockholm 1981.

Fuktgruppen vid LTH. Verksamheten 1981-84. Lunds tekniska högskola, Fuktgruppen informerar 1984:1. Lund 1984.

Fältundersökningar, Fukt i byggnader. Statens institut för byggnadsforskning, meddelande M82:7. Gävle 1982.

Bestämning av kapillär mätnadsgrad (KMG) i material

Beskrivning

Mätförfarandet är aktuellt framförallt användbart vid skadeutredningar och då materialet har ett högt fukttinnehåll och fuktvandningsriktningen är av intresse.

Syftet med mätningen är att bestämma graden av uppfuktning av ett material. KMG anges som

$$\text{KMG} = \frac{\text{mängd vatten i fuktigt material}}{\text{mängd vatten i mättat material}}$$

Om fuktvandringen inom ett och samma material skall bestämmas tas flera intilliggande prover ut för att ur variationen av KMG bestämma fuktvandringen. KMG används framför allt då fukt-tillståndet i materialet är högt. Exempel på användningsområden är när fuktvandringen i betong och andra icke homogena material med högt fukttinnehåll skall bestämmas, ofta i samband med skadeutredningar.

Vid bestämning av KMG vägs provet, uppfuktas till kapillär mättnad, vägs, torkas och vägs på nytt. Vid uppfuktningen läggs provet med ena ytan i kontakt med en fri vattenyta samtidigt som avdunstning förhindras t ex med en löst lagd plastfolie. När provets överyta är blöt är provet kapillärt mättat. Torkningen av provet sker i ugn vid 105 °C (gäller de flesta material). Tork-medel kan även utnyttjas. Provet torkas tills jämvikt erhålles.

Metoden lämpar sig bra för de flesta material där man kan ta ut provbitar. Även om provet har en relativ fuktighet nära 100 % kan metoden användas.

För att ej störa provet måste detta förslutas omedelbart efter provuttagningen och förvaras i ett diffusionstätt litet utrymme. Om så inte sker kan avdunstningen bli så stor att mätresultaten på små provbitar blir felaktiga. Bestämning av KMG tar flera dygn i anspråk. Ju större prov desto längre tid.

När prover tas ut måste sådana verktyg användas som i minsta möjliga mån stör provet.

Vid utvärdering av mätresultaten krävs kännedom om byggnadsfysikaliska samband.

Noggrannheten är förutom av vågens noggrannhet även avhängig provuttagningsförfarandet, hanteringen av provet vid analys och storleken på provet.

Litteratur

Hedenblad, G, Nilsson, L-O. Kapillär mättnadsgrad - ett verktyg för noggrann bestämning av fukttinnehåll i betong. Fuktgruppen vid Tekniska högskolan i Lund, rapport TVBM-3022. Lund 1985.

Fuktgruppen vid LTH. Verksamheten 1981-84. Lunds tekniska högskola, Fuktgruppen informerar 1984:1. Lund 1984.

Fuktindikering

I vissa sammanhang kan en så kallad fuktindikator användas. Indikatorn kan framförallt användas under förvaltningsskedet för att jämföra fukttinnehåll i ytan i olika delar av ett och samma material såsom till exempel golvkonstruktioner och motfyllda väggar. Mät djupet kontrolleras med tillverkaren, men är vanligtvis några centimeter. Fördelen är att ytskiktet på den befintliga konstruktionen inte skadas av indikeringen. Fuktindikering används många gånger i skadeutredningssammanhang för att på detta sätt finna fuktskadade områden, områden för pågående läckage osv.

Fuktindikeringen ger endast uppgift om skillnader i fukttinnehåll på olika delar av en yta. För att få ett värde på RF behöver ingrepp i konstruktionen göras så att mätningar enligt tidigare beskrivningar kan genomföras.

Temperaturmätning

Beskrivning

Temperaturmätning kan utföras med olika temperaturmätningssinstrument:

- Sprittermometer: till grund för denna ligger spritens volymförändring vid förändrad temperatur. Mätmetoden är en enkel och bra metod som ger en bra repeterbarhet vid upprepande mätningar.
- Elektriska givare: oftast s k Pt100 givare där motståndet varierar med temperaturen eller termoelementgivare där spänningen varierar med temperaturen. Mätmetoden är en enkel och bra metod, lätta instrument och med god repeterbarhet.
- Bimetalltermometer: utnyttjar två metallers olika längdutvidgning.
- Strålningsmätning för yttemperaturmätning. Instrumentet mäter den infraröda strålningen från en yta. IR-strålningen är proportionell mot ytans temperatur. Även materialets emissivitet påverkar utstrålningen. Genom att utnyttja sambandet mellan yttemperatur, emissivitet och den avgivna infraröda strålningen omräknas denna strålning till en yttemperatur.

För att undvika felmätning skall termometern ha antagit luftens temperatur innan mätning sker. Normal väntetid är cirka 10 minuter. I allmänhet är de elektriska termometrarna något snabbare än sprittermometern. De uppmätta temperaturen har i allmänhet en noggrannhet inom 0,5 °C och för strålningsmätning 1,5 °C (se dock fabrikantens uppgifter).

Vid temperaturmätning i **rumsluft** skall mätplats väljas med hänsyn till syftet med mätningen. Skall fukttilskottet i rummet mätas bör mätplatsen inte vara placerad i närhet av tilluften utan i den mest kritiska punkten. I många fall kan det vara lämpligt att mäta i den zon av rummet som finns närmast frånluften. För mätning av termisk komfort (vilket inte behandlas i denna rapport) finns separat mätstandard, ISO 7730.

Vid temperaturmätning i **konstruktioner** finns oftast en inbyggd temperaturgivare i RF-givaren. I detta fall erhålls temperaturen för den punkt för vilken man erhåller RF-värdet. I vissa fall kan denna mätning behöva kompletteras med en yttemperaturmätning.

I vissa fall behöver en **yttemperaturmätning** utföras på materialens yta bland annat för att bedöma risk för kondens. Till detta erfordras yttemperaturgivare som oftast är elektriska mätinstrument. För att ett "riktigt" mätresultat skall kunna erhållas måste givaren ha full kontakt mot ytan. Ofta påverkas givaren av såväl ytan som omgivningens lufttemperatur. Detta kan ge fel som kan minskas genom att successivt ändra kontaktpunkten mot ytan. Även strålningsmätare finns att tillgå på marknaden vilket innebär att mätning kan utföras utan beröring. Mätningen är enkel och snabb. Ett stort område kan mätas från en och samma mätposition. Mätning är även möjlig på svåråtkomliga ställen.

Bestämning av kemisk emission från ytor i byggnader med hjälp av FLEC

Allmän beskrivning

Metoden kan användas för att konstatera om det förekommer förhöjd avgivning av kemiska ämnen från material.

Mätprincipen är att en mätcell placeras på ytan som man vill mäta emissionerna från. Mätcellen ventileras med en bestämd mängd luft under bestämd tid. Till den utgående luften ansluts ett absorptionsmedium på vilket de avgivna kemiska ämnena fångas upp. Den kemiska analysen utförs sedan på laboratorium.

Litteratur

NT BUILD 484: On-site measurements of chemical emission from materials in buildings – Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).

Review of Small Scale devices for Measuring Chemical Emission from Materials, H. Gustafsson m fl, SP-report 1991:25.

Bestämning av lufttäthet (tryckmetoden)

Täthetsmätningar av byggnader enligt EN 13829:2000. Mätprincipen är att en fläkt sätter byggnaden i undertryck respektive övertryck. Luftflödet som måste användas för att åstadkomma ett visst undertryck respektive övertryck ger uppgift om byggnadens lufttäthet.

Litteratur

Kronvall, J. 1979. Mätningar och mätmetoder för lufttäthet. Statens råd för byggnadsforskning. T-skrift T6: 1979.

Pettersson, B. 1978. Fältprovning av byggnaders värmeisolering och lufttäthet. Statens Provningsanstalt Teknisk rapport SP-RAPP 1978:11.

Lokalisering av luftläckage med hjälp av värmekamera

Beskrivning

Provning görs före slutbesiktning med ledning av SS 02 42 10 (utgåva 2) och förenklad provning med värmekamera.

Syftet med mätningen är att lokalisera partier där luftinläckning i rummet eller i konstruktionen förekommer. Metoden används främst i samband med täthetsmätning av byggnader.

Mätningen görs inomhus medan byggnaden är satt under invändigt undertryck med hjälp av befintlig ventilation eller tillfälligt inmonterad fläkt. Med hjälp av värmekameran lokaliseras partier som kyls ned av den inläckande luften. Det är lämpligt att komplettera mätningen med att även mäta med anemometer eller rökgas för att skilja nedkylning av inläckande luft från andra nedkylda partier (t ex köldbryggor).

Mätningarna förutsätter att en tryckskillnad mellan ute-inne på minst 5 Pa kan skapas och att temperaturskillnaden är minst +5 °C.

Enkel och relativt säker metod för att lokalisera luftläckage.

Metoden medger mätning utan kontakt med läckagestället vilket är en fördel vid t ex stora takhöjder eller andra svåråtkomliga partier.

Bilaga 9 Avvikelse­rapport/förbättringsrapport

Avvikelse­rapport

I det fall att kraven inte uppfylls till fullo skall detta redovisas till byggherren. Redovisningen bör presenteras på likartat sätt. I de flesta fall finns en mall för avvikelse­rapport inom projektet. De punkter som dock bör ingå i avvikelse­rapporten om kravet inte uppfylls är:

1. Vilket krav är det som ej uppfylls
2. Beskrivning av avvikelsen
3. Orsak till avvikelsen
4. Vilka skador kan uppstå pga avvikelsen
5. Vilka åtgärder är möjliga att vidta för att komma till rätta med avvikelsen
6. Datum och namnunderskrift
7. Utrymme för byggherrens notering om att han har tagit del av avvikelsen samt byggherrens beslut om åtgärd skall genomföras, om avvikelsen skall följas upp för senare bedömning om åtgärd eller om avvikelsen kan accepteras utan vidare åtgärd.

Förbättringsrapport

I vissa fall identifierar entreprenören förbättringar under byggskedet. Även sådana förbättringar som genomförs bör redovisas för byggherren och projektören. På så sätt kan erfarenheten/förbättringen även tillgodogöras i andra projekt.

Bilaga 10 Förvaltningens checklista för drift- och underhållsplan

Följande exempel på fuktfrågor har betydelse för fuktsäkerheten i bruksskedet/ förvaltningskedet och bör därför beaktas i drift- och skötselanvisningar. För att kartlägga ett specifikt hus fukt känsliga delar bör dock en fuktinventering enligt bilaga 12 genomföras.

Invändiga ytmaterial

- Anvisningar för städning/rengöring av ytmaterial (metoder, produkter, frekvens).

Utvändiga ytmaterial

- Anvisningar för underhåll av utvändiga ytor såsom målade ytor, putsade ytor, tegel, fogar.

Utsida klimatskärm

Regelbunden kontroll och underhåll av

- Fönsteranslutningars täthet mot nederbörd
- Dörranslutningars täthet mot nederbörd
- Täthet hos genomföringar i tak
- Avvattning av tak
- Lutningsförhållanden omgivande mark
- Rensning av brunnar, takrännor
- m m

Kritiska konstruktioner

Regelbunden kontroll och underhåll av

- Krypgrunder
- Platta på mark med ovanpåliggande isolering
- Tegelväggar med otillräcklig luftspalt/vattenutledning
- Motfyllda väggar
- Ventilerade vindar
- Detaljlösningar på yttertak och fasader (plåtdetaljer, anslutningar mm)
- Golv och väggar vid våtenheter (påväxt på ytor, täthet vid genomföringar, golvbrunnars anslutning, ventilation mm)
- Vattenförande rör
- m m

Se inventering för identifiering av riskkonstruktioner, bilaga 12.

Omhändertagande av nederbörd

Regelbunden kontroll och underhåll av

- dränering
- ytvatten
- avvattning av tak (inkl hängrännor och stuprör)

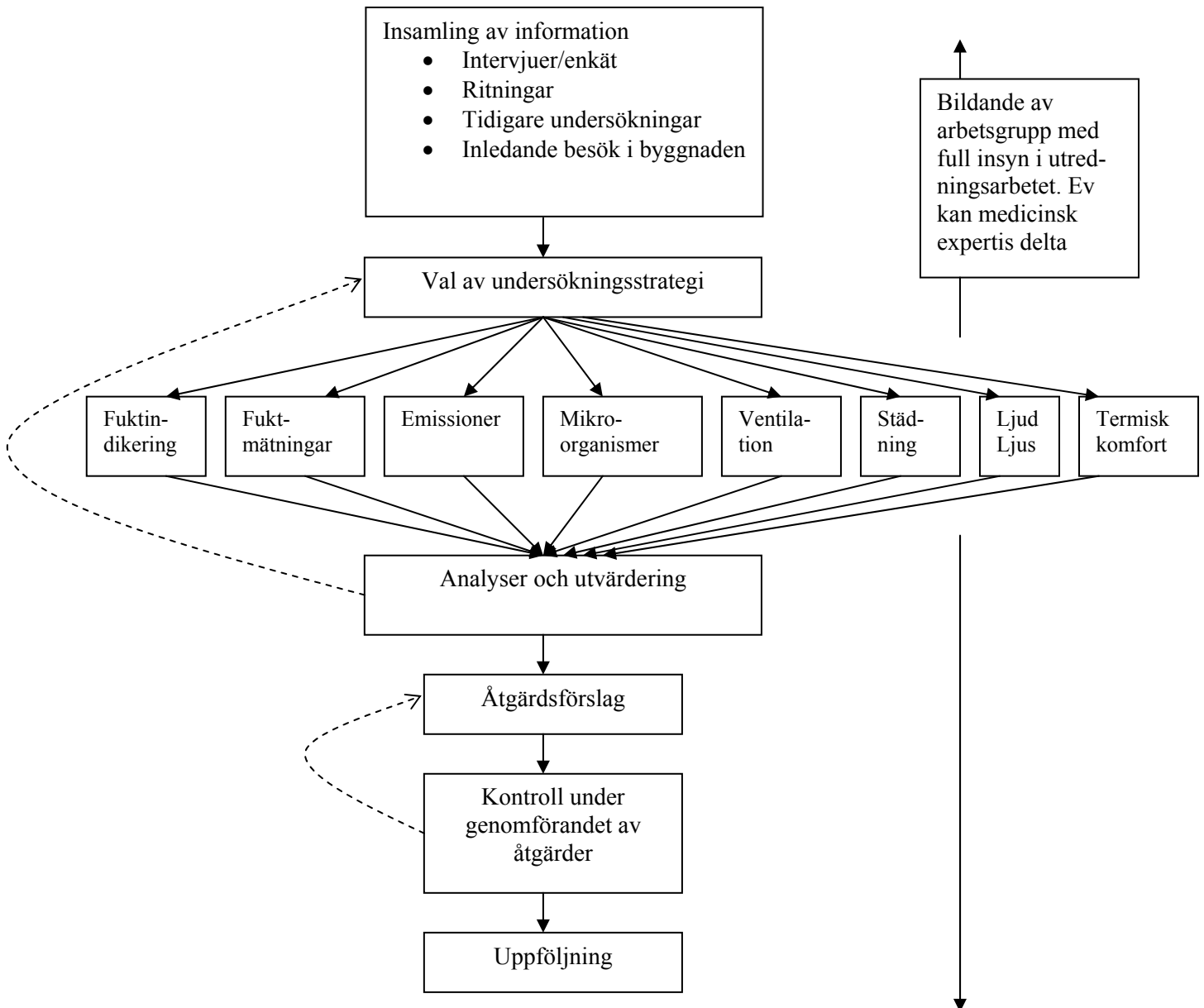
Andra funktioner

- Fukttillskottet skall hållas på en låg nivå (fukttillskottets storlek är beroende av fuktproduktionen inne samt luftväxlingen). En indikator kan vara kondens på fönster). Se även krav i bilaga 2.
- Ventilationen justeras för ett invändigt undertryck. Se även krav i bilaga 2.

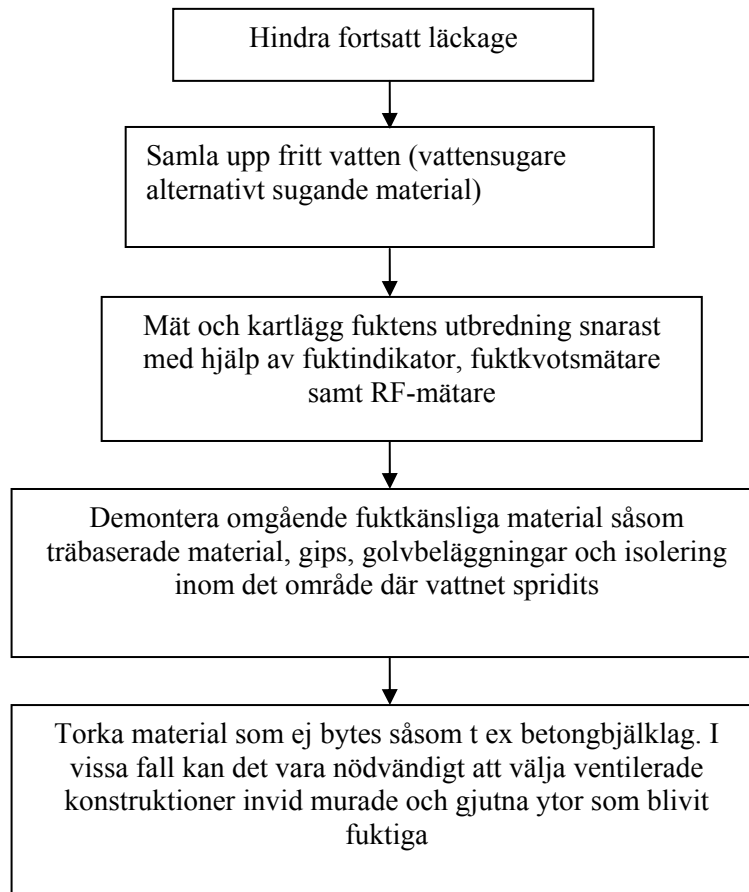
Bilaga 11 Förvaltningens beredskapsplan/handlingsplan vid klagomål på inomhusmiljö eller vid vattenskador

Handlingsplan vid klagomål som kan tyda på fuktrelaterade skador

Fastighetsägaren bör anlita en specialist för att verkställa den handlingsplan som presenteras nedan. Källa: Att undersöka inomhusmiljö [Samuelson et al, 1999].



Handlingsplan vid akuta vattenskador



Bilaga 12 Fuktinventering i befintlig byggnad

Följande bör ingå i den fuktinventering som alltid bör **föregå en ombyggnad**. Fuktinventering bör även genomföras **inför en garantibesiktning**. Inför en garantibesiktning uppmärksammas även avvikelser, synpunkter, anmärkningar som framkommit under projekteringskedet och byggskedet.

Fuktinventeringen kan även användas vid fuktkontroll **under förvaltning** för att identifiera fuktrelaterade risker. Fuktinventeringen kan med fördel kombineras med en allmän inomhusmiljöinventering.

Invändig fuktinventering - allmänt

- Granskning av eventuella ritningar för identifiering av riskkonstruktioner (se exempel nedan).
- Granskning av tidigare genomförda fuktmätningar.
- Om det är en inventering inför en garantibesiktning inhämtas uppgifter från projekteringskedet samt byggskedet. Finns exempelvis konstruktioner, detaljlösningar som uppmärksammas och bör följas upp? Finns några avvikelser från projekterings- och byggskedet?
- Uppgifter inhämtas från lokalvårdare, förvaltare och driftpersonal. I vissa fall kan uppgifter om eventuella avvikande lukter eller andra noteringar inhämtas från hyresgäst. Om detta är lämpligt avgörs från fall till fall. Det som minst måste behandlas är tidigare fuktskador och hur dessa åtgärdats, förekomst av avvikande lukter, missfärgningar, mattsläpp m m.
- Indikering på betongbjälklag samt murade och gjutna invändiga ytor med hjälp av fuktindikator. Även iakttagelser som tyder på onormal fuktpåverkan noteras (t ex blåsbildning, missfärgning, släpp, sprickor).
- Mätningar och provtagningar utförs där indikering och andra noteringar visar på avvikelser. Även några få prover där inga avvikelser noteras kan vara värdefulla för en helhetsbedömning. Provtagningar kan exempelvis vara prov för mikrobiologisk analys eller kemiska emissioner. Mätningar och provtagningar – se bilaga 5.
- Stickprovsmässig mätning på och i konstruktioner där fuktindikering inte kan utföras såsom t ex regelväggar och träbjälklag.
- Mätningar och provtagningar där missförhållanden påtalats och där utredaren själv noterar avvikelser som kan sättas i samband med fuktpåverkan.
- Mätningar och provtagningar i sådana konstruktioner som från ritningar och iakttagelser på plats identifierats som riskkonstruktioner, t ex motfyllda väggar, platta på mark med flytande golv eller uppreglat golv, uteluftsventilerade krypgrunder.
- Fuktmätningar och luktnoteringar i grunder och på vindar. Om avvikelser noteras bör prov för mikrobiologisk analys utföras.
- Mätning av tryckskillnad över klimatskalet för att bedöma risk för konvektionsskador i konstruktioner. Uppgiften är även viktig inför bedömning av luktspridning från konstruktioner i det fall att tryckbilden ändras i samband med ombyggnad.

Utvändig fuktinventering - allmänt

- Omhändertagande av ytvatten (lutningsförhållanden) och grundvatten studeras.
- Fasadens kondition och funktion som väderskydd undersöks. Bland annat undersöks fogar, sprickor, förändring i material, fönsteranslutningar, fönsterbleck, plåtarbeten, håltagningar och genomföringar.

- Takets kondition och funktion att leda bort vatten från byggnaden undersöks. Bland annat undersöks tätskiktets kondition, sprickor, genomföringar, plåtarbeten, infästningar, materialförändringar, förekomst av vattenansamlingar och skräpansamlingar.
- Vindars kondition och funktion undersöks med avseende på utifrån och/eller inifrån kommande fukt. Bland annat undersöks förekomst av lukter, missfärgningar, skadeinsekter och tecken på indrivning av snö.

Exempel på riskkonstruktioner

- Krypgrunder
- Platta på mark med ovanpåliggande isolering
- Motfyllda väggar
- Ventilerade vindar
- Detaljlösningar på yttertak och fasader (plåtdetaljer, anslutningar mm)
- Golv och väggar vid våtenheter (påväxt på ytor, täthet vid genomföringar, golvbrunnars anslutning, ventilation m m)
- Vattenförande rör

Andra funktioner av betydelse för fuktsäkerhet

- Fukttillskottet i inneluften mäts. Stort fukttillskott bör undvikas.
- Ventilationens funktion bedöms. Ventilationen skall föra bort den fukt som produceras i inneluften.
- Tryckförhållanden mäts. Ett invändigt undertryck innebär att fuktskador till följd av fuktkonvektion ej uppstår.
- Lufttäthet kan studeras och luftläckage spåras. Om otätheter förekommer samtidigt med ett invändigt övertryck förs luftströmmar inifrån och ut i konstruktioner som är kallare. Kondens kan uppstå.

Åtgärder för högre fuktsäkerhet och eventuella skador

De fuktförhållanden och eventuella skador som skall åtgärdas för att hålla risken för framtida skador till ett minimum redovisas. I [Samuelson, 2002] redovisas ett antal vanliga fuktskador och hur dessa bör åtgärdas.

Även för dessa åtgärdsförslag kan olika säkerhetsnivåer väljas av byggherren. Vissa förhållanden som finns i byggnaden kan vara svåra ändra så att en hög säkerhetsmarginal för fuktskador erhålles. I dessa fall kan en byggherre behöva överväga åtgärder som innebär en lägre säkerhetsnivå. Detta kan vid behov kompenseras genom att extra kontroll utövas under förvaltningskedet.

Bilaga 13 **Vanliga fuktskador och erfarenheter från fuktskadeutredningar**

Kemisk nedbrytning av material i golvkonstruktioner

En vanlig typ av skada som skadeutredare ställs inför och som ofta uppstår i samband med nybyggande, men även senare, är att golvbeläggningar och lim tagit skada av alkalisk fukt från underliggande betongbjälklag. Skadan innebär att materialet bryts ner kemiskt och emissioner avges. Dessa emissioner kan påverka inneluften. En kemisk skada av nedbrytningskaraktär kan bli mer eller mindre allvarlig. Olika människors känslighet för de ämnen som avgår varierar dessutom inom vida intervall.

Trots att kunskapen ökat avseende mätningar och att vi idag kan mäta kemiska emissioner, finns ingen standardiserad metod och inga gällande gränsvärden. Detta faktum gör det svårt att bevisa att skada uppstått och bedöma hur allvarliga konsekvenserna är.

Orsaken till en skada är oftast att man saknar säkerhetsmarginaler för uttorkningen. Den fukt-mätning som utförs i samband med mattläggning kan vara mycket osäker. Mätnoggrannheten skärps dock avsevärt om RBK-auktoriserade fuktkontrollanter anlitas (RBK- Rådet för byggnadskompetens).

Anledningen till att det uppstår skador på grund av hög alkalisk fuktpåverkan på limmade golvbeläggningar är många. Nedan följer exempel på orsaker som lett till skador i samband med nybyggande:

- Mätningen görs på fel ”ekvivalent mätdjup”, vilket är ett uppskattat djup i betongen som skall representera den fuktighet matta och lim kommer att utsättas för efter fuktjämvikt då mattan lagts. Mätvärdet är mycket beroende av hur exakt detta mätdjup stämmer.
- Mätvärdet i en punkt representerar en större yta med fuktvariationer. Ingen del inom denna yta skall därför vara fuktigare än vald mätpunkt.
- Hänsyn tas ej till voter som i vissa fall blir helt dimensionerande. Det har förekommit att en hel byggnad fått sanera golven på grund av att en längsgående vot under hjärtvägg skadat golvbeläggningen på båda sidor om väggen.
- Lokalt fuktigare partier av bjälklaget har orsakats av vattenhantering vid håltagningar eller inläckande regnvatten. Lokala skador inträffar på ställen som inte alltid upptäcks då skadorna inte blir synliga.
- Den relativa fuktigheten i avjämnningen hinner inte torka tillräckligt före mattläggning även om betongbjälklaget under är uttorkat.
- Olika lim och golvbeläggningar är olika känsliga för kemisk nedbrytning på grund av alkalisk fukt. Det är inte så att alla golvmaterial klarar sig från skador under 85 % relativ fuktighet och tar skada vid högre RF. Om skada uppstår beror även på andra faktorer som pH, limfukt, mängden lim, limningsteknik och sannolikt även andra faktorer som vi inte känner till idag. Numera är det mer eller mindre vedertaget att problemet med ”limfukt”, som innebär skador om en limmad golvbeläggning läggs på ett alltför tätt underlag, måste hantearas.
- I ett flertal fall har det också konstaterats att ingen åtgärd vidtas trots att slutmätningen före mattläggning visar för höga värden. Mattan limmas ändå på grund av tidsbrist och att det sällan uppstår synliga skador. Skadorna visar sig först senare och då som diffusa symptom hos brukarna.

- Oklarheter kring hantering av håldäcksbjälklag har inneburit problem på grund av vatten som ej dränerats ur kanalerna. Dessutom gjuts ofta kanaländar och skarvar mellan element igen med mycket fuktabsorberande bruk. Då håldäcksbjälklagets högkvalitativa betong inte fuktas upp nämnvärt blir igengjutningarna dimensionerande för uttorkningsbehov och fuktmätningar. Detta tas det väldigt sällan hänsyn till och skadefall finns där mattan skadats synbart utmed alla igengjutna elementskarvar.
- I ombyggnadsfall finns samband som kan tyda på ökade risker för inomhusmiljön i samband med att ny matta limmas på gammal matta. Denna risk bör beaktas.

Skador kan även uppkomma i senare skede på grund av senare tillskjutande fukt såsom läckagevatten, markfukt eller städfukt.

Mikrobiella skador

Mögelsvampar behöver näring, syre och en fuktig miljö för att etablera sig och växa till. I byggnadsmiljöer är fukten oftast den begränsande faktorn. Olika material utgör olika bra grogrund för mögeltillväxt där träbaserade material är exempel på material med låg resistens mot mögeltillväxt och stenbaserade material är exempel på material med högre resistens. Material med hög resistens kan dock utgöra grogrund för mögeltillväxt om ytan försmutsas. Ett vanligt exempel är betongbjälklag där man går ut och in med leriga skor och jordmaterial blir kvar på ytan. Att mäta fuktigheten i material och på ytor ger en god korrelation till risken för mögelpåväxt.

Ytterligare faktorer som påverkar om tillväxt av mögel skall uppstå är temperatur och fuktbelastningens varaktighet. Se vidare i Fukthandboken [Nevander, Elmarsson, 1994] samt Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnadsdelar [Fuktsäkerhet i byggnader, Sandin, 1998].

Mikrobiella skador är på samma sätt som kemisk nedbrytning av matta och lim en gradvis och svårbedömd skada. Vad är godtagbart, var går den kritiska gränsen för fuktpåverkan för olika material? Slutsatsen vid bedömning av skador i nyproduktion bör vara att riskerna måste minimeras och hanteras med en säkerhetsmarginal. En svårighet är att påväxten oftast inte syns för blotta ögat. Material som luktar tydligt av mögel och har riklig påväxt kan för ögat se helt opåverkat ut. Endast en mikrobiologisk analys kan avgöra om en yta har mikrobiell påväxt eller ej.

Mikrobiella skador kan uppstå under byggskedet eller under förvaltningsskedet. Skador under förvaltningsskedet kan bero på läckage eller på att fukt känsliga material är placerade i en miljö de inte klarar med tanke på mikrobiell påväxt. Exempel på riskkonstruktioner ges i bilaga 12.

Vanliga skador som kan uppstå under byggskedet och som normalt kräver en ökad uppmärksamhet är exempelvis:

- Tätskikt (exempelvis en plastfolie) på ovansidan av betongplatta innebär en risklösning. Då fuktförhållandena i betongytan förutsätts bli över 75 % RF och ett tätskikt läggs för att skydda en övergolvs konstruktion, exempelvis parkett, ställs höga krav på renlighet under tätskiktet. Minsta mängd organiskt material riskerar att angripas mikrobiellt och medföra lukt. Det har också visat sig att byggnadsarbetarnas skor för in jord som är svår att städa bort. I denna smuts finns bl a jordbakterier som kan avge elak lukt då de etablerat sig.
- Vid ombyggnad är det viktigt att även skydda gamla byggnadsdelar som tegelmurar, betongbjälklag etc. Dessa kan om de saknar väderskydd ackumulera stora mängder vatten. Skador i form av mögel bakom täta färgskikt, inredningar och sockellister har påträffats i ombyggnadssammanhang.
- Förvaring av fukt känsliga material måste ske med omsorg för att inte skadas. Staplat virke under presenning varma sommar dagar då solen värmer kan förstöra virket på kort tid, eftersom fukt från marken avgår och skapar ett varmt och fuktigt klimat med nära 100 % RF. Det har framkommit att virke som haft kontakt med jordmaterial löper större risk att avge

en kraftig mikrobiell lukt då det blir fuktigt, förmodligen på grund av att jordbakterier överförs till virket från jorden [Johansson, 1999]. För att förhindra skador skall fukt känsligt virke förvaras inomhus.

- Allt byggande med fukt känsliga material som sker utan väderskydd innebär en risktagning. Väderskydd innebär en viss kostnad, men kan vid god planering medföra en del vinster såsom en arbetsplats oberoende av väderlek, annan ordning av arbetsmoment då hänsyn till väder ej behöver tas etc [Söderlind, Åhman 1999]. Idag bygger man vanligtvis utan väderskydd och träkonstruktioner utsätts för regn under tiden fram till att taket blir tätt. Man räknar med/antar att virket skall klara sig under denna relativt korta tid och sedan torka snabbt då värme i byggnaden kommer igång. Om denna tid blir för lång uppstår skador. Dessutom kan det uppstå skador i konstruktioner som inte medger en snabb uttorkning, exempelvis syllens underkant mot ett tätt fukt skydd och utsida mot en vattenutledande asfalt papp.
- Kondensutfällningar på undersidan av underlagstak av exempelvis plywood kan medföra mikrobiella skador redan under byggskedet. Då fuktavgivningen från betonggjutning och avjämning är stor och diffusionsspärr mellan boendetrymme och vind ej är färdigställd kan temperaturskillnaden mellan vind och boendetrymme medföra kondens på vinden utan att någon märker det. Omfattande skador av detta slag förekommer och uppdagas ofta först vid slutbesiktning.

Bilaga 14 Erfarenheter från tillämpning av hjälpmedel i byggprojekt

Krav – några erfarenheter

Det är sannolikt värdefullt att tidigt koppla in en fuktsakkunnig som hjälp till byggherre och projektledare redan i samband med formulering av kraven. I detta skede men framförallt i projektets fortsättning, kan det annars finnas en tendens till att frågan inte hinns/orkas med (eventuellt kan tillräcklig kunskap saknas). Om en specialist eller fuktsakkunnig anlitas beror dock av byggherrens ambition.

Några kommentarer till kravformuleringar som tillämpats:

- De formulerade fuktkraven möttes utan protester eller andra negativa kommentarer då de först presenterades.
- Krav på fuktdimensionering mötte inga protester, men man tog ej tag i frågan senare. Det visade sig att det hos de engagerade företagen inte hade utförts dokumenterade fuktdimensioneringar förut och därför fanns inte rutiner och inte heller tillräcklig kompetens för detta.
- Krav om låg FK – entreprenörer inser inte alltid att krav på låg FK i trä innebär att väderskydd av trä tillämpas under hela byggtiden. Vill byggherren ha väderskyddat byggande bör detta skrivas ut i klartext i kraven. I annat fall har det visat sig i något av de aktuella byggprojekten att processen ändå hamnar i det ”traditionella” med att det får regna och att man torkar.
- Krav på kompetens och uppföljning av den blev ett tomt krav då ingen dokumenterad kompetens kunde uppvisas och heller ingen lämplig utbildningsmöjlighet kunde påvisas från byggherren. Kompetenskravet kan dock fortfarande ses som avgörande för hur fuktsäkerhetsarbetet skall lyckas.
- Flera av byggherrarna blev själva osäkra på hur fuktdimensioneringen skulle genomföras och dokumenteras. Här finns ett stort behov av hjälpmedel och mallar för genomförande och dokumentation.
- Det bör av kraven framgå en tidsgräns för när olika moment i fuktdimensioneringen skall genomföras för att undvika att dimensioneringen utförs i sista stund och då med liten möjlighet till förbättringar.
- Det bör framgå en tidsgräns även för kontrollplanen för fuktsäker produktion när olika moment/resultat skall redovisas för att säkerställa att arbetet görs kontinuerligt.
- Granskningsansvarig har i några av de aktuella projekten visat sig vara den som granskar det övriga. Byggherren kan precisera krav på projektörens interna granskning. Krav på gransknarens kompetens och när gransknarens arbete skall göras (i tid så att ändringar fortfarande kan föras in).
- Fuktkrav med hänsyn till rörelser kan behöva ställas beroende om det tex är ett flervånings trähusbyggande.
- Kraven på verifierande mätningar under byggskedet behöver preciseras för den ”högre” ambitionsnivån. I annat fall tenderar de verifierande mätningarna att bli ett minimum. Krav på ”flertal mätningar i betong före mattläggning” tolkades till ett minimum.
- Krav på uttorkningsberäkning – precisera att den skall vara specifik för det aktuella objektet och de ”värsta fallen” skall ingå. Det har givits exempel på att man tagit en annan liknande beräkning och sagt att samma gäller här. De sämsta fallen har inte tagits med.
- Tydliggör i hjälpmedlet att det kan behövas ett antal specialkrav som en fuktspecialist kan hjälpa byggherren med från fall till fall. Hjälpmedlet är endast ett generellt medel att ha

som utgångspunkt för de objektsanpassade kraven. Speciellt viktigt vid ombyggnad där kunskaper från en inledande fuktinventering är utgångspunkt (och där allt möjligt kan förekomma).

- Krav på tryckskillnad kan behöva en mer förfinad formulering och behöver objektsanpassas.
- Skall informationskravet utökas till att preciseras tidsåtgång för genomgång av checklista för fuktdimensionering och för fuktkritiska moment under byggande? Vem skall svara för den?
- I två av projekten har byggherren efterhand fått funderingar kring aktörernas sena start vad gäller fuktsäkerhetsarbetet, framförallt vad gäller fuktdimensionering och fuktplan under byggprocessen. De har i något fall efter detta projekt och med insikterna om dagens fuktdimensioneringsrutiner påbörjat en egen modell för fuktdimensionering som man har för avsikt att kräva att projektörer följer.
- Krav från förvaltarorganisation är viktiga att föra in

Styrning

Byggherrens möjlighet till styrning har inte utnyttjats till fullo i några av de aktuella projekten. Krav har ställts men inte alltid följts upp. Där de har följts upp men inte blivit godkända har inte byggherren alltid krävt åtgärd även om avvikelsen varit allvarlig. Delvis har det i de aktuella fallen berott på att kraven kommit in i projektet efter upphandling vilket naturligtvis har varit en ogynnsam omständighet. Konsekvenser om krav ej uppfylls har hittills inte varit tydligt formulerade. Förslag som framförts är dock förlängd garantitid samt ändrad betalningsplan.

Upphandling

Kraven skall formuleras och finnas med i förfrågningsunderlaget. I detta projekt fanns kraven med till fullo i förfrågningsunderlaget i ett projekt. I ett projekt presenterades kraven i samband med upphandlingen och i det sista projektet efter upphandlingen. Detta har givit något olika möjlighet att till fullo genomdriva kraven.

Några övriga kommentarer:

- Det är absolut nödvändigt att ha med kraven före kontraktsskrivning, redan i det första förfrågningsunderlaget. Även villkor om krav inte uppfylls skall vara med, tex vite, ändrad betalningsplan, förlängd garantitid.
- Önskemål/krav som avser garantitid skall klart framgå av förfrågningsunderlaget.
- Begär att se en mall för fuktdimensionering och eventuellt även generell fuktplan för byggskedet FÖRE upphandling. Detta har visat sig vara näst intill omöjligt att få in i tid efterpå! Någon byggherre har dock ställt sig tveksam till detta då det innebär extra arbete för projektören respektive entreprenören.
- Idé från en byggherre i projektet är att byggherren vid upphandling kan behöva att själv presentera checklista för fuktdimensionering som denne vill att aktörerna skall arbeta med. Bakgrunden till tanken var att det var så svårt att få aktörerna att agera i denna fråga.
- I något fall har inte projektledaren (byggherrens representant) insett vikten av ansvarsgränser utan har gett sig in i processen med fuktdimensionering utan att byggherren bett om det. Viktigt att projektledaren, fuktsakkunnige och byggherre har klargjort var ansvarsgränserna går mellan byggherre/projektledare/sakkunnig/projektör/entreprenör i samband med upphandling och kravformulering.
- En kommentar som lämnades var att man vid anbudslämnande räknar med vissa utföranden, metoder och materialval trots att man anser att dessa inte är tillräckligt fuktsäkra.

Anledningen är att man inte blir konkurrenskraftig om man räknar med andra fuktsäkrare metoder/material/utföranden. Dock skulle entreprenören för byggande i egen regi välja annat.

- Entreprenör framförde generella synpunkter på att byggherrens krav innebär att man många gånger redan när man lämnar anbud måste ha räknat igenom byggnaden och t ex uttorkningstider för betong. Detta innebär enligt entreprenören en massa arbete som han måste göra utan att få betalt. Detta bör vägas in vid byggherrens formulering av förfrågningsunderlag.
- Vid upphandling kan det klargöras att betalning kommer att hållas inne om inte erforderliga dokument och verifieringar presenteras för byggherre inom avsedd tid. Även vite kan övervägas. Erfarenheter från de projekt som genomförts är att det har dröjt alldeles för länge med fuktdimensionering. Inom ett projekt tillämpades innehållen betalning till dess att fuktdimensionering presenterades.

Projektörens egna verifieringar

- Verifieringar (redovisning av fuktdimensionering) har blivit ett minimum och begränsad. Orsaken är sannolikt bristande kompetens.
- Krav på samordning bör föras in under fuktdimensioneringskravet eller kräv återkommande samgranskning av handlingar
- Projektören behöver mallar för dokumentation
- Projektören behöver hjälpmedel och t ex genomgång av tillgängliga beräkningsprogram
- Problemet kan illustreras så som en av byggherrarna uttrycker det via två frågor:
”Hur vet ni att takstolarna håller för snölast? Svar: Titta här i våra beräkningar som konstruktören gjort!”
”Vilka åtgärder är vidtagna för att undvika fuktig inomhusluft att tränga in i konstruktionen? Svar: Åh ... mmm plastfolie har vi ju hmmm”

Entreprenörens egna verifieringar

- Mätningar sker men mätteknisk kompetens kan brista i vissa fall (tex mätning av fuktkvot). Behovet av bättre mätrutiner är uppenbar liksom behov av hjälpmedel och mallar.
- En gemensam genomgång av mätprogram vid byggskedets början skulle förbättra förståelse. Vissa mättekniska fel skulle då ha undvikits.
- För mätningar före mattläggning har man anlitat RBK-utbildad personal såsom byggherren krävt.
- För mätning av fuktkvot i trä före inbyggnad har i ett av byggprojekten en specialist anlåtats.

Byggherrens uppföljning

- Projektet hade sannolikt blivit bättre ur fuktsäkerhetssynpunkt om uppföljningen skett tydligare och avvikelser hade behandlats på ett tydligt sätt med påföljder i vissa fall.
- Byggherren (eller dennes representant) har inte reagerat tydligt och i tid på utebliven redovisning av fuktdimensionering. Erfarenheten av detta är att byggherren bör kalla till ett tidigt möte där projektör redovisar fuktdimensioneringsrutiner. Byggherren bör även hårdbevaka att möte om tidig fuktriskidentifiering kommer till stånd.

- Avvikelser från utlovade mätningar har byggherren ibland accepterat utan vidare påföljd. Med en större beslutsamhet från byggherrens (eller dennes representants) sida skulle styrningen bli bättre.
- Entreprenörens verifierande mätningar i betong kan överskrida det krav som byggherren ställt. I ett av exemplen har byggherren godtagit detta. Hur skall man ställa sig till detta?
- Projektörer och entreprenörer behöver mallar att arbeta efter.
- Pilotobjekten pekar på att det sannolikt skulle bli bättre efterlevnad av krav om en specialist kopplades in för att driva/efterfråga/bedöma att krav uppfylls.

Ombyggnad

Kraven som skall formuleras för en ombyggnad behöver formuleras för varje ombyggnads-situations speciella förutsättningar. I det fallet behöver en fuktinventering utföras. Med denna som grund kan krav och åtgärdsförslag formuleras utifrån byggnadens förutsättningar och byggherrens ambitionsnivå. I detta arbete är det a stor vika att en specialist eller erfaren fukt-skadeutredare anlitas.

Utveckling av de aktörer som deltagit i detta projekt

Det kan konstateras att trots brister i fuktdimensionering och fuktskydd samt verifiering under byggskedet har de aktörer som deltagit i projektet levererat större omsorg om fuktsäkerhetsfrågorna än de annars skulle ha gjort (min tolkning av den process jag iakttagit). Bland annat kan följande positiva utveckling konstateras som följd av byggherrens krav och uppföljning

- Rutiner för fuktdimensionering har i något fall utvecklats (har tidigare inte funnits hos de deltagande företagen)
- Kompetensutveckling/diskussion om fuktkritiska löningar har behandlats vid återkommande vid särskilda ”fuktmöten” alternativt i projekterings- och byggmöten. Dessa punkter har inte förekommit i denna omfattning tidigare enligt de engagerade företagen.
- Bättre lösningar har i något fall kunnat diskuteras fram i tidiga skeden.
- Entreprenörer har införskaffat mätutrustning för att kunna ha kontroll över fuktförhållanden.
- Entreprenörer har vidareutvecklat sina egenkontroller.
- Specialister har i något fall anlits för att utföra vissa moment i fuktdimensionering/uppföljande fuktmätningar.

Aktörerna har således börjat röra sig i rätt riktning vad gäller fuktsäkerhetsfrågorna. Dock återstår en bit för att kraven skall uppfyllas helt!

Revidering av byggherrens hjälpmedel för krav, styrning och verifiering

Revideringar har förts in i de hjälpmedel och bilagor som återfinns i denna rapport.

Bilaga 15**Definition av uttryck och begrepp****Fuktsäkerhetsprogram**

Byggherrens krav för fuktsäkert byggande.

Fuktsakkunnig

Sakkunnig i fuktfrågor som kan anlitas av byggherren för att formulera krav, följa upp att krav uppfylls, bl a genom att följa upp arbetet genom stickprovsmässig granskning och mätning.

Fuktdimensionering

Se bilaga 5.

Fuktplan

Kontrollplan för fuktsäker produktion.

Fuktrond

Fuktronden utförs av den fuktskyddsansvarige och innebär att man systematiskt tittar på fuktkritiska konstruktioner, materialhantering, pågående fuktmätning, gällande fuktförhållanden på byggarbetsplatsen mm och dokumenterar detta i ett protokoll.