

Examensarbete för civilingenjörsutbildningen Väg- och vattenbyggnad

Entreprenörens verktyg för fuktsäkert byggande
– rekommendationer och rutiner

DANIEL JOHANSSON
MARCUS STJERNEDAL



Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Byggnadsfysik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2005

Entreprenörens verktyg för fuktsäkert byggande
- rekommendationer och rutiner
DANIEL JOHANSSON
MARCUS STJERNEDAL

©DANIEL JOHANSSON & MARCUS STJERNEDAL, 2005.

Chalmers tekniska högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Avdelningen för byggnadsteknologi, Byggnadsfysik

Examensarbete 2005:10

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Byggnadsfysik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon + 46 (0)31 772 10 00
<http://www.chalmers.se>

Chalmers Reproservice
Göteborg 2005

Förord

Detta examensarbete utgör 20 studiepoäng på Chalmers civilingenjörs-utbildning inom Väg- och Vattenbyggnad. Arbetet har genomförts på Institutionen för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för byggnadsteknologi, Byggnadsfysik under hösten 2004.

Idén till arbetet har växt fram efter att Peab i maj 2004 uttryckte ett önskemål om att upprätta en standard för Peabs byggverksamhet. Lars Östberg på Peab hade vid denna tidpunkt påbörjat ett förslag till en standard. Efter att ha studerat upplägget beslutade vi att inrikta vårt arbete på fuktsäkert byggande och sammanställa de rutiner och metoder som används inom Peab idag. Peab samtyckte till denna inriktning och har varit tillmötesgående under arbetets gång.

Arbetet har gett en gedigen insikt i fuktproblematiken vid byggande av flerbostadshus. Det har framkommit att faktorer såsom ekonomi, tid, kunskap och ambitionsnivå påverkar hur fukten beaktas vid en entreprenad.

Vi vill rikta ett stort tack till:

Anker Nielsen, vår handledare, som har varit till stor hjälp inför upplägget av arbetet.

Personal på Peab i Göteborg, Malmö och Lund för informativa fältundersökningar och intervjuer.

Peter H Stars, Monomeet, Göteborg, för all information om vad byggfuktprojektering innebär.

Doktorander och övrig personal på Avdelningen för byggnadsteknologi för alla tips, idéer och nyttigt material vi har fått del av.

Göteborg, mars 2005

.....
Daniel Johansson

.....
Marcus Stjernedal

Sammanfattning

Byggföretaget Peab har idag mycket lite dokumentation över de fuktförebyggande åtgärder som bedrivs på byggarbetsplatser. Detta arbete sammanställer Peabs fuktförebyggande rutiner, med avseende på nederbörd och övrig byggfukt, i produktionsskedet vid byggnation av flerbostadshus. Vidare ges förslag till fuktsäkrande åtgärder som bör införas i Peabs entreprenader.

Information till detta arbete är införskaffat genom intervjuer samt fältundersökningar på Peabs arbetsplatser i Göteborg, Lund och Malmö. Kompletterande studier av tidskrifter, publikationer, och böcker har bidragit till djupare insikt i problemställningen.

Kunskapen och forskningen i Sverige om fuktskador och förebyggande åtgärder mot dessa är god. Trots detta orsakar fukt skador för miljontals kronor årligen. Det förebyggande arbetet som idag bedrivs på forskningssidan inriktar sig främst på projekteringsskedet, d v s mot projektören. Detta arbete visar att det är minst lika viktigt att fokusera på entreprenörens ansvarstagande inom fuktsäkringsarbetet, då många fel härstammar från produktionsskedet.

Ett viktigt resultat i detta arbete är det förslag till rutinsammanställning samt checklista som sammanställs. Dessa baseras huvudsakligen på de observationer som gjorts under fältundersökningarna och syftar till att stödja Peabs fuktsäkringsarbete i produktionsskedet.

En annan viktig observation är variationen beträffande fuktsäkringsarbetets prioritet och metodik mellan olika byggarbetsplatser inom Peab. Regionala byggkoncept och fuktförebyggande åtgärder noteras i fältundersökningarna. Resultatet visar att byggnaden bör färdigställas från översta våningen och neråt, samt att det fuktmässigt är mycket fördelaktigt att i ett tidigt skede färdigställa taket.

Nyckelord; fuktsäkerhet, fuktskador, utfackningsväggar, byggfukt, fuktskydd, checklista.

Abstract

Peab is a building company with little records of preventive procedures used on the construction site to evade moisture damages. This study summarizes the preventive routines utilized by Peab, with respect to precipitation and building moisture, during the construction phase of multiple unit compounds. Additionally, suggestions for improving routines and methods are also proposed.

Information for this study is gathered through interviews and field studies conducted at Peabs construction sites located in Göteborg, Lund, and Malmö. In addition, supplementary information from journals, publications, and literature has contributed to a deeper understanding of problem presentation.

In Sweden, moisture research and knowledge in how to avert moisture damages, is good. In spite of this, damages caused by moisture still costs millions of Swedish kronor annually. The precautionary work against moisture damage is mainly focused on the developing phase of the building process. This study shows that it is equally important focusing on the construction phase, as many causes of moisture damages can be linked to this part of the building process.

Important results in this study are the recommended routine-compilation and checklist. These are mainly derived from annotations and expert recommendations gathered from field studies and are intended to support Peabs' future moisture preventative work throughout the production phase.

An important remark in this study is the deviation in how moisture preventative efforts are prioritized at different building sites within the company. Regional building concepts and preventative methods are noted during the field study. Results show that buildings should be completed from top level and descending. Furthermore should the roof be assembled and completed in one of the initial stages of the construction phase.

Keywords; moisture safety, moisture damage, curtain walls, moisture protection, building moisture, checklist.

Innehållsförteckning

Förord
Sammanfattning
Abstract

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Avgränsningar	2
1.4	Metod	2
2	Byggnader och fukt	3
2.1	Allmänt	3
2.1.1	Byggprocessen	3
2.1.2	Byggfukt	3
2.1.3	Torrt byggande	4
2.2	Felkällor i byggprocessen	4
2.3	Bransch- och myndighetskrav	5
2.3.1	Kontrollplan enligt lagstiftningen	5
2.3.2	Regelverk enligt BKK	6
2.3.3	Försäkringsavtal och garantier	6
2.3.4	Boverkets konstruktionsregler (BKR)	7
2.3.5	Boverkets byggregler (BBR)	7
3	Fuktbegrepp och materialegenskaper	9
3.1	Fuktbegrepp	9
3.1.1	Relativ fuktighet (RF)	9
3.1.2	Porositet	9
3.1.3	Kapillaritet	10
3.1.4	Ångpermeabilitet (δ_v)	10
3.1.5	Hygroskopisk sorptionkurva	11
3.1.6	Fuktkvot (u)	11
3.2	Byggnadsmaterial	12
3.2.1	Gipsskivor	12
3.2.2	Mineralull	12
3.2.3	Cellplast	12
3.2.4	Trä	12
3.2.5	Polyetenfolie	13
3.2.6	Betong	13
4	Uppkomst av fuktskador	14
4.1	Fuktskadade hus och ohälsa	14
4.2	Bakgrund och orsaker till fuktskador	15
4.2.1	Problemen började på 1940-talet	15
4.2.2	Brister under produktionsskedet	15
4.2.3	Ritningar och metod	16
4.2.4	Arkitektens roll	16
4.2.5	Kunskapsläget	17
4.3	Ett exempel: utfackningsväggar	18
4.3.1	Hammarby Sjästad	18

4.3.2	Konstruktionens känslighet	18
4.3.3	Trä ofta angripet	19
4.3.4	Gipsskivor hanteras olämpligt	19
4.3.5	Fukt inestängs i isoleringen	20
4.3.6	Brister på byggarbetsplatsen	20
4.3.7	Risker under hela livslängden	20
5	Motverkan av fuktskador	22
5.1	Förebyggande arbete vid projektering och produktion	22
5.1.1	Rätt projektering och skydd för vädret	22
5.1.2	Kompetens och kommunikation	22
5.1.3	Anvisningar från materialtillverkare och leverantörer	23
5.1.4	Statsmaktens målsättning	23
5.1.5	Rätt organisation behöver inte kosta mer	24
5.1.6	Ändrade arbetssätt efter Hammarby Sjöstad	24
5.1.7	Samverkan mellan arkitekt, konstruktör och entreprenör	24
5.2	Gemensamt agerande för fuktsäkerhet	25
5.2.1	Mall för fuktskydd	25
5.2.2	Inventering visar behoven	25
5.2.3	Krav för fuktsäkerhet	26
6	Säkerställande av fuktsäkerheten	27
6.1	Behov av metod för hantering av fuktskyddsfrågor	27
6.2	Fuktskyddsbeskrivning – ett hjälpmedel	27
6.2.1	Fuktskyddsbeskrivningens omfattning	27
6.2.2	Fuktskyddssakkunnig	28
6.2.3	Hjälpmedel för olika aktörer	28
6.3	Fuktdimensionering	29
6.3.1	Projektörens roll	30
6.3.2	Produktionsskedet	30
6.3.3	Riskanalys	30
7	Metoder för väderskyddat byggande	31
7.1	Malmö-metoden	31
7.2	Intäckning av byggnad	32
7.2.1	Total intäckning – JM-Hallen	32
7.2.2	Fasadskydd genom intäckning av byggställning	33
8	Fuktsäkerhet på byggarbetsplatser – fältundersökningar	34
8.1	Fjällbo Park, Göteborg	34
8.1.1	Samverkan	34
8.1.2	Standard och kvalitet	35
8.2	Punkthusen i Fjällbo Park – analys av fuktsäkerheten	35
8.2.1	Konstruktion och installationer	36
8.2.2	Arbetssätt och metoder för fuktsäkert byggande	37
8.2.3	Reflektioner vid samtal och rundvandringar på byggarbetsplatsen	38
8.2.4	Analys av konstruktionsutformning	43
8.2.5	Kommentarer från olika parter	47
8.2.6	Diskussion – Fjällbo Park	49
8.3	Clinical Research Centre, Malmö	51
8.3.1	Konstruktion och metod	51
8.3.2	Arbetssätt och åtgärder för fuktsäkert byggande	52
8.3.3	Reflektioner vid rundvandring på byggarbetsplatsen	52
8.4	Solfångaren, Brunnsberg, Lund	53
8.4.1	Konstruktion och metod	54
8.4.2	Arbetssätt och åtgärder för fuktsäkert byggande	54
8.4.3	Reflektioner vid samtal och rundvandring på byggarbetsplatsen	56

9	Entreprenörens verktyg för fuktsäkerhet under produktionsskedet..	59
9.1	Entreprenörens interna rutiner	59
9.1.1	Peabs önskemål om dokumentation	59
9.2	Checklista	60
9.2.1	Utformning av tillgängliga checklistor	60
9.2.2	Behov av lättanvända checklistor	61
10	Resultat.....	62
10.1	Rutiner	62
10.2	Checklista	63
11	Diskussion och slutsatser	64
11.1	Kunskapssituationen idag	64
11.2	Utfackningsväggar	64
11.3	Olika metoder att uppföra en byggnad.....	65
11.4	Ansvar och organisation	66
11.5	Rimliga byggtider	66
11.6	Rutiner och checklista.....	66
11.7	Vidare utveckling	67
12	Referenser	68

Bilagor

Bilaga 1.....Nordisk Gipsskiveförening: Anvisningar för hantering av gipsskivor under byggskedet och bruksskedet m h t fukt.

Bilaga 2.....Rutinsammanställning

Bilaga 3.....Checklista

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Byggföretaget Peab efterfrågar en dokumentation eller sammanställning av de arbetssätt, rutiner och metoder som tillämpas på dess entreprenader runt om i landet. En sammanställning av detta slag är mycket värdefull för företaget då den dokumenterar hur vanligt förekommande problem inom ett visst område, exempelvis fukt eller konstruktion, förebyggs. Sammanställningen uppdateras allteftersom bygglagstiftning och byggnadsmetodik förändras och visar därigenom att företaget kan anpassa sig till de krav som samhället och myndigheter ställer. Vidare visar den också att företaget har som ambition att hålla sig aktuell med utvecklingen av nya material och metoder.

Ett stort problem i dagens byggbransch är fuktskador som av olika orsaker drabbar såväl nya som äldre byggnader. Kostnaderna för att reparera fuktskador i enbart flerbostadshus byggda mellan 1970-1998 uppgick till 10 miljarder kronor baserat på siffror från år 2000, Sikander & Freiholtz (2000). Många av dagens bostäder drabbas av fuktproblem som på sikt skulle kunna förhindras genom att satsa mer resurser på att beakta fuktsäkerheten under hela byggprocessen, inte minst under produktionsskedet då en stor del av fuktskadorna härstammar från detta skede.

1.2 Syfte

Detta arbete fokuserar på fuktproblem vid nybyggnation av flerbostadshus och ämnar utgöra en del av Peabs rutiner. Inriktningen ligger främst på entreprenörens roll och ansvar för fuktsäkert byggande under produktionsskedet. Syftet är att utreda hur fuktsäkerheten kontrolleras och komma fram till rekommendationer som underlättar fuktsäkerhetsarbetet. Rekommendationerna kommer att presenteras i form av en rutinsammanställning samt en checklista. Till följd av att entreprenören stämmer av med punkterna på listan dokumenteras företagets ansvarstagande och engagemang för ett fuktsäkert byggande. Rutinerna och checklistan bör oavsett geografisk placering finnas tillhanda på varje arbetsplats inom Peab för att säkerställa att lämpliga arbetsmetoder används.

Om fokus riktas på fuktsäkerheten, bl a genom införande av dessa rutiner i produktionsskedet, kommer detta troligen att betala sig i framtiden genom att omge brukaren och beställaren med en friskare miljö och mindre underhåll.

1.3 Avgränsningar

Omfånget på detta arbete begränsas till att belysa fuktrelaterade problem som med olika åtgärder kan motverkas under byggprocessen. Tyngden ligger på hur byggnader påverkas av nederbörd och byggfukt som de utsätts för under produktionsskedet. Med byggnader avses flerbostadshus, främst byggda med stål/betongstomme och utfackningsväggar med trästomme. Arbetet behandlar främst produktionsskedet och till viss del även projekteringsskedet. Uppföljning av byggnaden under förvaltningsskedet utförs ej. Arbetet utgår från nybyggnation även om resultatet till viss del kan tillämpas vid t ex renovering eller ombyggnad.

1.4 Metod

Information till detta arbete har dels insamlats genom intervjuer och studier på Peabs byggarbetsplatser i Göteborg, Lund och Malmö, dels från utredningar, forskarrapporter, tidningsartiklar, generella checklistor, läroböcker och litteraturstudier om fuktskador i bostadshus. De besökta byggarbetsplatserna valdes på grund av att byggnaderna vid denna tidpunkt befann sig i ett kritiskt skede ur fuktsynpunkt. Ytterfasaden hade inte monterats och vissa byggnadsdelar och konstruktioner befann sig i ett av nederbörd utsatt läge. Under denna period är byggnaden särskilt mottaglig för fukt som senare kan ge upphov till fuktskador av olika karaktär och svårighetsgrad.

2 Byggnader och fukt

Detta kapitel ger grundläggande information om hur byggprocessen påverkas av fukt samt vilka funktionskrav en byggnad skall ha. Vidare belyses de bransch- och myndighetskrav som byggherre och entreprenör måste beakta inför, och även efter, ett byggprojekt.

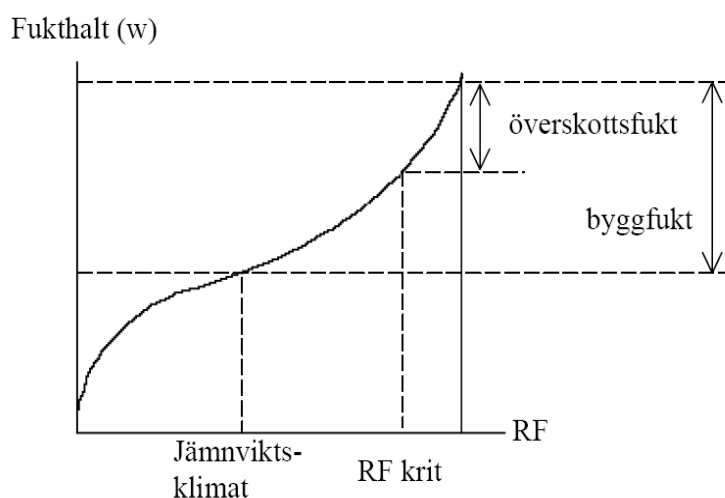
2.1 Allmänt

2.1.1 Byggprocessen

Med begreppet byggprocessen avses i detta arbete den process som fortlöper från början till slut av ett byggprojekt. Byggprocessen delas upp i programskede, projekteringskede och produktionsskede. Under programskedet dras riktlinjerna upp, vilket bl a innebär att beställarens/byggherrens behov och myndigheters krav undersöks. Under projekteringskedet upprättas ritningar, beskrivningar och andra handlingar som är nödvändiga för att sedan under produktionsskedet uppföra byggnaden. När byggnaden är färdigställd inträder förvaltningsskedet, även kallat bruksskedet.

2.1.2 Byggfukt

Definitionen av byggfukt i detta arbete är ”den mängd vatten som måste avges för att materialet skall komma i fuktjämvikt med sin omgivning i bruksstadiet”, Nevander & Elmarson (1994). Vid uppförandet av en byggnad används material som oftast innehåller en högre fukthalt än den jämviktssfukthalt som materialen senare kommer att ställa in sig efter under byggnadens brukstid (se figur 1). Fukthaltsskillnaden mellan de båda jämviktsslägena, d v s byggfukten, måste torka ut innan byggnaden förses med tätskikt i väggar och tak då detta kapslar in överskottsfukten.



Figur 1. Grafen visar förhållandet mellan mängden byggfukt och det jämviktssklimat som byggnaden inställer sig med under bruksskedet, Nilsson (2003).

2.1.3 Torrt byggande

Vad menas egentligen med att ”bygga torrt”? Ofta definieras torrt byggande med att skydda byggnaden och byggnadsmaterialet för nederbörd under produktionsskedet. En annan definition är att material med fuktmässigt negativa egenskaper undviks, eller att rutinmässigt kontrollera materialets fuktillstånd för att undvika att blött material används. Det går givetvis inte att få materialet helt torrt. En viss fukthalt finns, och skall finnas, i materialet för att behålla materialets naturliga egenskaper när materialet är i fuktmässig jämvikt med omgivningen.

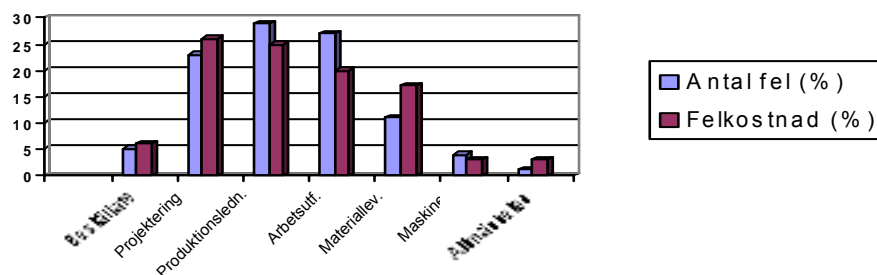
Den fukt som istället vållar problem, i form av t ex mögel och emissioner, är den överskottsfukt i materialet (se figur 1) som inte getts tid att torka ut innan inbyggnad. Med överskottsfukt menas den fukt som gör att RF kritisk överskrids. (Se förklaring av RF i kapitel 3). RF kritisk, som nämns i figuren, är ett sätt att uttrycka det kritiska fuktillståndet - detta tillstånd är gränsen för att materialet i fråga ska behålla en godtagbar funktion under den tid som materialet kan utsättas för fuktillståndet. Vidare orsaker till skador är fukt som tillförs byggnaden direkt eller indirekt på grund av otätheter, felaktig hantering av material, felprojektering, bristande skydd mot nederbörd under uppförandet av byggnaden, eller genom en kombination av dessa.

2.2 Felkällor i byggprocessen

För att kunna garantera en inomhusmiljö där fukten är i sund balans med byggnadsmaterialet, d v s liten risk för fuktskador, måste vissa funktionskrav uppfyllas, Peterson (2001). Med funktionskrav menas en specifik egenskap som eftersträvas. Bland de viktigaste kan nämnas:

- Regnskydd
- Vindskydd
- Fuktspärr

Dessa egenskaper kan uppfyllas på flera sätt genom att använda olika metoder och material. När inte ett funktionskrav uppfylls görs ofta en felanalys för att undersöka orsaken. En studie som gjordes 1994-1996 för sju oberoende byggprojekt visar fördelningen av felkällorna till diverse problem som uppstod under byggnationen, samt dess kostnader för att åtgärdas, Josephson & Hammarlund (1996). Felen upptäcktes av oberoende observatörer som hade som uppgift att bevaka byggprocessen i alla dess skeden till dess byggnaden var färdigställd.



Figur 2. Diagrammet visar resultatet av FoU-Västs sammanställning av felkällorna och dess åtgärds kostnader, Josephson & Hammarlund (1996).

I figur 2 framgår att felaktig projektering ansvarade för de största kostnaderna, medan produktionsledningen (entreprenör samt underentreprenörer) ansvarade för de flesta felen. Generellt var de flesta felen i denna studie inte av den karaktären att fuktsäkerheten direkt äventyrades. Dock kan en trend påvisas inom vilken del av byggprocessen de flesta, respektive dyrast åtgärdade, misstagen sker. En motsvarande studie över fel som direkt påverkar fuktsäkerheten är svår att genomföra eftersom orsaken till en fuktskada ofta beror på samverkan mellan olika faktorer, samt att skadorna ofta yttrar sig först långt efter att bygganden är färdigställd.

2.3 Bransch- och myndighetskrav

2.3.1 Kontrollplan enligt lagstiftningen

Vid nybyggnation måste byggnadsnämnden i den aktuella kommunen fastställa en kontrollplan som anger vilka kontroller som skall göras, ur bl a fuktsynpunkt, och vem som svarar för kontrollerna, Sandin (1998). Riktlinjerna för denna plan varierar från kommun till kommun men det framgår inte i kontrollplanen hur kontrollerna skall genomföras. Ansvaret för att ett byggprojekt får ett fullgott resultat, inbegripet att fuktsäkerheten är god, vilar enligt Plan- och bygglagen på byggherren, Sikander & Grantén (2003). Enligt samma lag skall byggherren utse en kvalitetsansvarig som upprättar kontrollplanen och ser till att denna efterlevs. Den kvalitetsansvarige redovisar, när byggprojektet är avslutat, resultatet för byggnadsnämnden för granskning och godkännande.

Byggherren har normalt inte alla kunskaper som erfordras utan måste förlita sig på ansvariga personer som är engagerade i byggprojektet. Hur kontrollerna görs och vem som gör dem varierar, bl a beroende på entreprenadform och entreprenadens omfattning, Stars (2004). Entreprenörer, åtminstone de större, har i regel rutiner för hur kontrollerna skall genomföras. Kontrollerna skall ses som en del av det totala kvalitetssäkringssystemet, Sandin (1998). Fuktfrågorna lyfts ibland ut och bildar en egen del av kontrollerna. I Peabs fall genomförs den fuktrelaterade kvalitetskontrollen bl a i form av dokumenterade egenkontroller som innefattar mätningar i trävirket på särskilt

viktiga punkter i byggnaden. För fuktmätningar i betong anlitas vanligen sakkunniga specialister.

2.3.2 Regelverk enligt BKK

För att ge brukaren och byggherren en garanti på byggnaden har speciella regelverk utarbetats av BKK, Byggandets kontraktskommitté (2005). BKK är en förening med företrädare för olika intresseorganisationer som Byggtrepreneurerna och Svenska Kommunförbundet. Föreningen har samordnat ett regelverk som innehåller föreskrifter vid olika sorters entreprenader:

- **AB 92** (Allmänna bestämmelser för Byggnads-, Anläggnings-, och installationsentreprenader).
- **ABT 94** (Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende Byggnads-, Anläggnings-, och Installationsentreprenader)
- **ABS 95** (Allmänna bestämmelser för småhusentreprenader)

2.3.3 Försäkringsavtal och garantier

Garanti- och försäkringsavtal skiljer sig mycket beroende på vilken typ av entreprenad som är aktuell. Vid utförandeentreprenad är entreprenören enligt AB 92 kapitel 5 § 22 skyldig att teckna en allriskförsäkring som ekonomiskt täcker skador på entreprenaden som denne är skyldig till under entreprenadtiden och två år därefter. Dock gäller försäkringen ej för skador på själva byggnaden, utan för t ex utrustning som används på byggarbetsplatsen. Om beställaren är byggherre i projektet får denne rätt till att vara medförsäkrad och därigenom rätt till ersättning av entreprenörens försäkringsbolag.

För att entreprenören skall vara skyddad mot ansvar för skador på själva byggnaden måste försäkringsskyddet enligt AB 92 kompletteras med en s k ROT-försäkring (Reparation, Om- och Tillbyggnad), vilken även omfattar skador på befintlig fast egendom, Accent (2004).

Entreprenörens ansvar efter utgången garantiperiod har genom AB 92 blivit striktare och kan, genom att utöka allriskförsäkringen med en tilläggsförsäkring, sträckas till att gälla 3-10 år efter slutbesiktning. Tilläggsförsäkringen gäller skador och fel som uppstått på grund av vårdslöshet eller annat grovt fel från entreprenörens sida. Skador som uppstår utöver dessa ansvarar förvaltaren för, exempelvis skicket på stuprännor, hängrännor samt andra vattenavledande anordningar, Josephson & Hammarlund (1996).

AB-92 och ABT-94 har båda ett likartat upplägg. Skillnaden är att entreprenören enligt ABT 94 tar på sig ett större ansvar beträffande byggnadens totala utformning, funktion och egenskaper. Byggherren sluter avtal med entreprenören som ansvarar för projektering och produktion, vilket

ger att byggstart kan ske relativt snart då projektering delvis kan ske parallellt med produktionen. En fördel med dessa båda avtalsvillkor är att de är väl förankrade i såväl byggbranschen som entreprenadjuridiken.

Peab lämnar som totalentreprenör fem års garanti utöver den tid som omnämns i ABT 94, d v s fem år efter det att slutbesiktning har skett. Garantin gäller skador som kan bindas till ett av Peab utfört arbete, materialhantering, eller konstruktion.

2.3.4 Boverkets konstruktionsregler (BKR)

BKR ingår i den samling av lagar, förordningar och föreskrifter som sammanfattar de krav som samhället ställer på konstruktioner i byggnader och anläggningar.

Andra krav som ställs gäller bl a träverkets hållfasthet i förhållande till fuktpåverkan. I BKR's kapitel "träkonstruktioner" (5:11) står beskrivet:

"Träkonstruktioner skall utformas och utföras så att skadliga angrepp av röta och virkesförstörande insekter förhindras."

BKR grundas bl a på *förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk* (BVF). I denna förordning nämns i kapitel 5 § 6 av allmänna krav:

"Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att de inte medför risk för brukarnas eller grannarnas hygien eller hälsa, särskilt inte som följd av förekomst av fukt i delar av byggnadsverket eller på ytor inom byggnadsverket."

2.3.5 Boverkets byggregler (BBR)

I BBR 2002 finns bl a regler om hur en byggnad skall utformas för att fuktskador inte skall uppkomma.

Enligt BBR 6:511:

"Byggnader skall utformas på ett sådant sätt att skador, mikrobiell tillväxt, elak lukt, eller andra hygieniska olägenheter till följd av byggfukt eller inträngande fukt inte uppkommer."

Tillägg för BBR's kommande version presenterades på Fuktcentrums informationsmöte på Lunds tekniska högskola 2004-11-22, Fuktcentrum (2004). Ett startprojekt presenterades, vars syfte är att fastlägga grundläggande principer som skall gälla för framtida BBR-revideringar. En av de principer som diskuterades var att regelsamlingen måste innehålla *verifierbara funktionskrav*. Dessa krav måste innehålla två element:

- *Kravnivå*
- *Verifieringsmetod*

Kravnivån skall ange miniminivån av de krav som samhället ställer på en byggnad eller konstruktion. Verifiering – metod, hur och när, samt vem som skall verifiera, bestäms utefter de inblandade parternas kompetens samt när det är lägligt i projekterings- och produktionsskedet.

Följande BBR-tillägg presenterades på mötet:

Avsnitt 6:51 får ett tillägg som lyder:

”Byggnader, byggprodukter och byggmaterial skall under produktionsskedet ges erforderligt skydd mot nederbörd, ytvatten och fukt från marken samt kondens.”

Avsnitt 6:53 får tillägget ”Dimensioneringskriterium”:

”Den fuktbelastning och de temperaturer som ger den ogynnsammaste inverkan på fukttillståndet och som kan uppkomma samtidigt när byggnaden uppförs eller under dess livslängd skall beaktas då jämförelse görs med kritiskt fukttillstånd.”

- *Fukttillståndet \leq kritiskt fukttillstånd*
- *6:531 Råd*
- *6:532 Högsta tillåtna fukttillstånd – Råd samt krav på att aktuell relativ fuktighet på materialytor, där påväxt av mögel och bakterier kan ske, inte överskrider 75 %, såvida annat inte kan påvisas.*

3 Fuktbegrepp och materialegenskaper

Detta kapitel ska ge viss teoretiskt kunskapsunderlag om fukt och byggnadsmaterial inför efterkommande kapitel. I detta kapitel ges således kort information om vanliga fuktbegrepp som normalt används för att beskriva fuktillstånd och egenskaper hos material. Vidare ges kortfattade beskrivningar om några vanligt förekommande byggnadsmaterial och hur de förhåller sig till fukt.

3.1 Fuktbegrepp

Fuktmängden i material påverkas av många faktorer, exempelvis luftfuktigheten och materialets fuktabsorberande förmåga. För att beskriva ett materials fukttekniska egenskaper används formler och begrepp som baseras på experiment och matematiska fuktsimuleringar. Nedan beskrivs i korthet begrepp som kan relateras till senare i detta arbete. Samtliga fuktbegrepp nedan är hämtade ur Fukthandboken av Nevander & Elmarson (1994).

3.1.1 Relativ fuktighet (RF)

Beskriver förhållandet mellan luftens ånghalt v [g/m^3] och den temperaturberoende mättnadsånghalten $v_s(T)$ [g/m^3]:

$$RF = v/v_s(T) \quad [\%]$$

Genom att mäta RF i materialet kan en uppfattning om materialets fuktighet avläsas som en funktion av den aktuella temperaturen. Hög temperatur ger en högre mättnadsånghalt vilket innebär att luften kan ”uppta” mer fukt (utan att vätska fälls ut) vilket med tiden ger ett lägre RF i materialet.

3.1.2 Porositet

Ett material med stor porositet är mer genomsläppligt för fukt och ånga än ett material med liten porositet. Genom att studera förhållandet mellan porvolymen V_p [m^3] och den totala volymen V [m^3] kan en uppfattning bildas om hur mycket vätska ett material kan absorbera. Med porvolymen och volymen känd kan materialets kompaktdensitet ρ_k beräknas enligt:

$$\rho_k = m/(V - V_p) \quad [kg/m^3]$$

där m [kg] är kompakta materialets massa. Kompaktdensiteten för de flesta material är nästan konstant. Om densiteten ρ [kg/m^3] för materialet är känt kan porositeten räknas ut enligt:

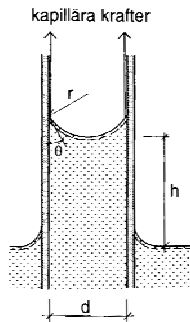
$$P = 1 - (\rho_k / \rho) \quad [\%]$$

3.1.3 Kapillaritet

Anger materialets förmåga att kapillärt suga upp vatten från fri vattenyta. Inverkar stort vid ett materials direktkontakt med vatten. Ju finare porer ett material har desto bättre uppsugningsförmåga har det. Det kapillära undertrycket bidrar till uppsugningen av vätska och den resulterande kapillära stighöjden utgör måttet på hur högt en vätska kan vandra, se figur 3. Den vertikala kapillära stighöjden h [m] beror på radien av den vattentransporterande kapillären, r [m], vattnets ytspänning, σ [N/m], randvinkeln, θ [°], vattnets densitet, ρ_w [kg/m³] och tyngdaccelerationen, g [m/s²]:

$$h = \frac{2\sigma}{r\rho_w g} \cos \theta \quad [m]$$

Figur 3. Figuren visar vatten som sugts upp genom en kapillär och riktningen på krafterna som verkar på vattnet.



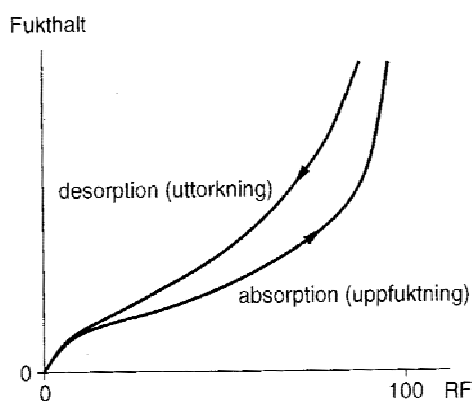
3.1.4 Ångpermeabilitet (δ_v)

Anger ett mått på materialets genomsläpplighet för vattenånga vid olika ånghalter och partialtryck och ökar med fukthalten i materialet. Permeabiliteten i material beror på transportkoefficienten, D [m²/s] och diffusionsmotståndsfaktorn, μ [-]:

$$\delta_v = D/\mu \quad [m^2/s]$$

3.1.5 Hygroskopisk sorptionkurva

Beskriver relationen mellan ett materials fukthalt och den omgivande luftens relativa fuktighet. Sorptionsegenskaperna skiljer sig från ett material till ett annat beroende på dess absorptionsegenskaper. Det generella utseendet på sorptionskurvan (även kallad sorptionsisotermen) kan beskrivas enligt nedan.



Figur 4. Kurvan anger den generella relationen mellan materialet fukthalt och den relativa fukthalten (RF) i luften. De flesta material har sin egen absorptionskurva då fuktupptagningen är olika för de flesta material.

3.1.6 Fuktkvot (u)

Ett mått på mängden vatten i ett material i förhållande till dess torra vikt. Ofta används denna storhet vid mätningar i fält eller i laboratorier. Genom att väga och sedan torka materialet i 105°C ger viktdifferensen det förångningsbara vattnets vikt.

$$u = \text{förångningsbara vattnets vikt/materialets torra vikt [\%]}$$

3.2 Byggnadsmaterial

Ett materials fuktegenskaper beror på flera olika faktorer, exempelvis porositet, porstorleksfördelning och struktur, Nevander & Elmarson (1994). Nedan följer en kort beskrivning av de vanligaste byggnadsmaterialen som omnämns i detta arbete.

3.2.1 Gipsskivor

Gipsskivor är ett för byggbranschen viktigt byggnadsmaterial som karakteriseras av lång livslängd, god värmebeständighet och stor ångpermeabilitet. Gipsskivor framtagna för att användas utvändigt har dessutom fått en behandling för att vara vattenavvisande. Gipsskivor som används på insidan av väggen är inte behandlade och bör därför skyddas för att inte pappen skall få mögelpåväxt, Must (2004).

3.2.2 Mineralull

Används i stort sett till varje hus till isolering i tak och väggar. Dess värmeisolerande egenskaper beror på att materialet innehåller till största delen luft, Peterson (2001). Blir mineralullen blöt blir värmeledningsförmågan mycket hög och värmeisoleringseffekten låg. Detta kan medföra lokala köldbryggor, överföring av fukt och mögelpåväxt. Blöt isolering bör alltid bytas ut då materialets torktid är lång.

3.2.3 Cellplast

Cellplast är ett material med varierande porositet och nästan ingen kapillärsugning, Nevander & Elmarsson (1994). Materialet är ofta gjort i polystyren eller polyuretan och finns i många utföranden och hållfasthetsklasser. Cellplast kan vara expanderad (EPS) eller extruderad (XPS) beroende av krav på tryckhållfasthet och permeabilitet. Permeabilitet för luft, vattenånga och vatten är 30 % större för EPS jämfört med XPS, som istället har en högre densitet. Kapillärsugningen i de båda cellplasttyperna är mycket liten. Dessa egenskaper gör cellplast utmärkt som fasadskydd med värmeisolerande effekt eller som grundmaterial under platta på mark.

3.2.4 Trä

Ett naturligt råmaterial med stora hygroskopiska egenskaper och återfinns i stort sett i varje byggnad. Hygroskopiskt betyder att materialet ställer sig i jämvikt med luftens RF. Trä är uppbyggt av fukttransporterande rörliknande fibrer som löper i träs längdriktning där fukttransporten är som störst. Tvärs fiberriktningen sker de största fuktbelastade rörelserna. Trä anses vara ett fukttrögt material då ångtransporten tvärs fibrerna är låg, samtidigt som den hygroskopiska fukthalten är hög, ca 11 % fuktkvot vid 50 % RF. Trä kan utgöra växtgrund för mögel och svamp om materialet utsätts för fukt över fibermättnadspunkten, som vanligtvis ligger runt 28-30 % fuktkvot.

3.2.5 Polyetenfolie

Polyetenfolie är en tunn plastfolie, ofta ca 0.2 mm, med stort ångmotstånd ($>2000 \text{e}3 \text{ s/m}$). Denna används ofta som ångspärr eller fuktspärr mellan materialskikt i väggar, bjälklag, och tak för att hindra vandring av fukt i ångfas respektive vätskefas genom konstruktionen. Ångspärrens praktiska tillämpningar är många men viktigaste funktionen är att ge en god lufttätethet genom att hindra luftströmning genom konstruktionen, Nevander & Elmarson (1994). Fuktspärrens funktion är i stort sett samma som för ångspärren, med tillägg att den även förhindrar fukttransport i vätskefas, exempelvis som sker vid kapillärsugning.

3.2.6 Betong

Betong utgör ett av de viktigaste byggnadsmaterialen i byggbranschen. Anledningen till detta beror bl a på betongens flexibla egenskaper, hållfasthet, och beständighet. Huvuddelarna i betong består av cement, vatten, och ballast som kan bestå av sten eller grus, Burström (2001). Genom att variera mängden av de olika huvuddelarna kan betongens egenskaper (exempelvis torktid, hållfasthet, och konsistens) påverkas. Vanligen inblandas även tillsatämnen som flygaska och silikastoft i betongen, vilka påverkar betongens stabilitet och sammanhållning.

På ytor där en kort torktid och stor täthet värdesätts används oftast högpresterande betong (även kallad snabbtorkande betong) med lågt vattencementtal (vct) och vattenbindemedelstal (vbt). Vattencementalet beskriver proportionen mellan vatten och cementhalten, medan vattenbindemedeltalet tillägger tillsattsmaterialets inverkan på betongens struktur och egenskap.

$$vct = \frac{W}{C} \quad \begin{array}{l} W = \text{mängd vatten [kg/m}, [kg/m^3], [l/m^3] \\ C = \text{mängd cement [kg],[kg/m}^3] \end{array}$$

$$vbt = \frac{W}{C + \beta D} \quad \begin{array}{l} \beta = \text{effektivitetsfaktor (0-1)} \\ D = \text{mängden tillsattsmaterial [kg]} \end{array}$$

När betong härdar binds en viss del av blandningsvattnet kemiskt, ca 0.25 liter vatten binds per kg cement, resten av vattnet skall torkas ut. I detta arbete är fukten som torkar ut av intresse då fuktproblem, såsom emissioner och mögel, kan uppstå om betongen inte har torkat ut till en viss fukthalt innan exempelvis mattläggning.

De ovan nämnda materialen finns i olika utföranden beroende på byggnadens krav och praktisk tillämpning.

4 Uppkomst av fuktskador

Det är riktad stor uppmärksamhet mot fuktskadeområdet idag. Studier om sjuka hus är högaktuella, reportage om möglande byggnader är inte ovanliga och media kommer med tips om hur t ex skadliga kryppgrunder skall åtgärdas. Byggfuktprojektering inför större byggprojekt är standard, åtminstone bland de större byggföretagen. Inom högskolor, forskarvärlden och företag finns mycket kunskap om fukt och vad den kan orsaka. Fuktskador är ändå fortfarande ett stort problem som vållar ohälsa hos tusentals människor. Detta kapitel visar vad olika experter, sakkunniga och andra som är insatta i dessa frågor anser om fuktproblematiken.

4.1 Fuktskadade hus och ohälsa

Docent Dan Norbäck, från Arbets- och miljömedicin, Akademiska sjukhuset i Uppsala, nämner att astma är en av de allvarligaste byggnadsrelaterade sjukdomarna, Pegasus lab (1999). Genom olika undersökningar har ett tydligt samband setts mellan pågående astma och fuktskador i bostaden. Avdelningen för Arbets- och miljömedicin har medverkat i ett flertal europastudier där det bl a konstaterats att i Sverige hade 50 % av alla misstänkta sjuka hus synliga fukt- och/eller mögelskador. Det uppdagades också att 10-15 % av arbetsplatsbyggnaderna och 15-20 % av bostäderna hade tecken på fuktskador.

Magnus Svartengren, läkare från Yrkesmedicinska avdelningen på Karolinska institutet, menar att vetskapen är stor om att luftföroreningar och dålig inomhusmiljö (p g a t ex fukt och mögel) kan leda till luftvägsproblem och andra sjukdomar, Pegasus lab (2000). Däremot är det ingen som riktigt ännu kan svara på vad det beror på.

Enligt Anders Kumlin från AK konsult AB insjuknar ett flertal människor i astma varje år, många av dessa som en följd av dålig inomhusmiljö, Pegasus lab (2002). Av den vuxna befolkningen insjuknar 0.2 % och av barnen är det 1 %. Allergiker är betydligt känsligare än icke-allergiker och allergierna ökar snabbt.

Vi tillbringar ca 85-90 % av vår tid inomhus. Många är de människor som upplever problem i inomhusmiljön. Så mycket som en fjärdedel av de hus som byggdes under åren 1985-92 är s k sjuka hus. I 80 % av fallen har skadorna uppkommit på grund av fukt. Enigheten är stor när det gäller sambandet mellan fuktiga byggnader och ohälsa. Symptom på fuktskador i en byggnad kan t ex vara kondens på insidan av fönstren.

Mögel som ger problem syns sällan och det ser ofta torrt ut i konstruktionen. Det går inte att se om ett material har 30 % eller 80 % RF, det måste mätas. Men det behöver inte vara fuktigt för att problemet skall kännas av, ofta räcker det med att det har varit fuktigt.

Enligt Bengt Wessén från Pegasus lab orsakas problemen som kan uppstå i byggnader främst av fukt, felaktigt materialval och dåligt underhåll, Pegasus lab (2001). Fuktkänslighet kan lösas med byggnadstekniska åtgärder. Något som är viktigt att tänka på är att även torra, döda skador ger problem och alltså påverkar inomhusmiljön negativt. Tex kommer allergiker som vistas i huset att känna av både levande och döda mögelsporer.

Ernst Pettersen från Norges Astma- och Allergiförbund anser att gränserna borde sättas och husen byggas efter den allergiska människans normer, för att alla ska få en bra inomhusmiljö, och inte efter minimikraven. Många av problemen med inomhusklimat i Norge beror på fuktskador. De flesta av fuktskadorna kan spåras tillbaka till slarv i byggprocessen, men många beror även på felaktig användning av tex en bostad.

Enligt Lena Elfman från Pegasus lab så är det förändringar i livsstil och miljö som gör att fler blir allergiska eller överkänsliga, Pegasus lab (2000). Ökad fukt i husen, som bl a beror på att byggnation pågår året om, kombinerat med att vi spenderar stor del av vår tid inomhus gör att vi ökar vår exponering för fuktpåverkade material.

4.2 Bakgrund och orsaker till fuktskador

4.2.1 Problemen började på 1940-talet

Enligt Torbjörn Hall, doktorand vid Institutionen för Byggnadsteknologi på Chalmers och skadeutredare hos White Arkitekter AB, finns det mycket att lära om dagens byggfel från hur hus byggdes förr, Pegasus lab (2004). När hus började byggas så var det välutbildade byggmästare med lång erfarenhet som byggde husen. Husen byggdes på torpargrund med en eldstad i mitten som såg till att hålla grunden uppvärmd och torr. Husen placerades på en höjd för att vatten skulle få det svårare att ta sig in i grunden och på så sätt existerade nästan inga problem. Problemen började på 1940- och 50-talen när korkmattor lades in i husen och centralvärmerna kopplades på, senare kom PVC-mattan som lades ovanpå. Grunden blev nu kall, då den inte blev uppvärmd av centralvärmerna, och fukten kapslades in av plastmattorna.

4.2.2 Brister under produktionsskedet

En tendens, som kan kopplas till produktionsskedet, är att produktionstiderna började bli kortare på 1980-talet. Detta kan ge problem med bl a byggfukt då denna inte hinner torka ut. På senare år har felanvända material och fuktskador under just produktionsskedet uppdagats. Prefabricerade utfackningsväggar, som är en ganska ny företeelse, är ett exempel på detta då tex väggarna inte skyddas mot nederbörd under transport eller lagring.

Vidare är det inte ovanligt, enligt Hall, med byggarbetsplatser som har mycket lera, grus m m som lätt smutsar ner material, Pegasus lab (2002). Byggnadsarbetarna accepterar ofta situationen och vidtar inga åtgärder. Byggnadsmaterial ligger dessutom ofta ute och blir fuktskadat för att sedan användas. Detta leder till stor risk för mögelangrepp. Ju fuktigare materialet är, desto större risk är det för mögelpåväxt.

Det är i stor utsträckning systemfel i byggbranschen som leder till sjuka husproblem, problem som egentligen är vanliga fukt- och mögelproblem. Brist på kunskap och ansvar ihop med ett mått av nonchalans tillhör ofta verkligheten ute på byggarbetsplatserna. Ofta är ansvarsförhållandena oklara, kraven från beställaren bristfälliga och entreprenadformerna ogynnsamma. Dessutom är produktionstiden för kort.

4.2.3 Ritningar och metod

Björn Mattsson är civilingenjör och liksom Hall doktorand vid Institutionen för Byggnadsteknologi på Chalmers. Utifrån sin bakgrund som konstruktör nämner han att det idag generellt sett tas fram färre ritningar inför varje byggprojekt än i mitten av 1980-talet, Mattsson (2004). Således blir de ritningar som tas fram inte så detaljerade. Orsaken till det minskade antalet ritningar beror, enligt Mattson, främst på den ökade tidspressen vid dagens byggprojekt. Risken för fel i ritningarna ökar också när tiden pressas. Detta är faktorer som kan påverka fuktsäkerheten negativt, t ex genom att det uppstår oklarheter om hur vissa byggtekniska detaljer skall lösas.

Mattsson säger också att på senare år används ibland ett byggkoncept som innebär att uppförandet av byggnaden i huvudsak börjar nerifrån. Taket monteras sist, när översta våningen är byggd. Fördelen med denna metod är att flera moment kan pågå parallellt vilket gör att byggnationen går snabbare. Nackdelen är utsattheten för nederbörd, så länge inget tak finns, med höga fuktnivåer som följd. Förr byggdes generellt stomme och tak först så att ett visst väderskydd skapades. Detta ur fuktsäkerhetssynpunkt bättre sättet att bygga används mer eller mindre fortfarande.

4.2.4 Arkitektens roll

Enligt arkitekt Eva Külper sägs 50 % av byggfelen bero på arkitekterna, Pegasus lab (2002). Detta har troligen sin grund i att det är en mycket svår uppgift att rita ett felfritt hus, för att inte säga omöjligt. Först måste arkitekterna acceptera att teori och praktik är helt skilda ting, men sedan är det inte alls säkert att planering och ritningar följs fullt ut i alla fall.

När huset ritas skall en riskanalys göras. Det bör undersökas hur byggnaden kommer att användas, hur många som kommer att bruka den och om något kommer att byggas om. Vidare ska de välja att använda rekommenderade produkter som finns på marknaden, men ibland finns ingen annan lösning än att använda de icke rekommenderade. Det skulle behövas en lättöverskådlig databas med alla rekommenderade byggnadsmaterial för att alltid kunna välja rätt. I dagsläget finns det bara byggvarudeklarationer som är för omfattande för arkitekterna att vid varje projektering läsa igenom med dagens tidspress.

Vad gäller inomhusmiljön har arkitekten fyra punkter att ta hänsyn till. Dessa är hälsa, hygien, komfort och säkerhet. Enligt Külper spelar det ingen roll hur mycket tanke som ligger bakom ritningarna och arbetsbeskrivningarna om byggnadsarbetarna tar egna beslut, vilket händer ibland, för att förenkla byggnationen.

Torbjörn Hall anser att arkitekternas kunskap om ett bra byggande, fuktmässigt sett, är bristande, Hall (2004). Troligtvis vet de flesta arkitekter inte skillnaden mellan fuktkvot och relativ fuktighet. Ansvaret vilar därmed på konstruktören och, i många fall, på beställaren.

4.2.5 Kunskapsläget

”Fuktsäkerhet i byggprocessen” är ett samarbetsprojekt mellan Fuktcentrum vid Lunds tekniska högskola, Sveriges provnings- och forskningsinstitut och flera branschorganisationer och företag. Projektets syfte är att utveckla en metod som säkerställer, dokumenterar och kommunicerar fuktsäkerheten i byggprocessen, Byggsektorns Kretsloppsrad (2003).

I projektets inventering av orsaker till fuktskador hänvisas bl a till en enkätundersökning om kunskapsläget i byggbranschen om fuktsäkert byggande som gjorts med stöd av SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond). I denna undersökning framgår bl a att ansvarsfördelningen beträffande fuktsäkerhet är oklar och att kunden (beställaren) inte ställer speciella krav på fuktsäkerhet, utan utgår från att fuktsäkert byggande är en självklarhet. Grupperna beställare, arkitekter, projektörer, entreprenörer och förvaltare har alla fått omdömet i stor utsträckning att de behöver förbättra sin kompetens. Entreprenörer är den grupp som i störst omfattning fått detta omdöme. De flesta beställarna anger i undersökningen att de är villiga att betala extra för fuktsäkerhet, medan de övriga aktörerna inte upplever att beställarna är villiga till detta.

Enligt beskrivningen till samarbetsprojektet är troligen ett avgörande skäl till att fuktskador uppträder att känd kunskap inte används på rätt sätt eller av olika skäl inte når fram. Organisatoriska brister eller ofullständigt ledarskap kan också medverka till att fuktproblem uppstår. Enligt Eva Sikander, som är involverad i projektet, saknas det riktade fuktutbildningar och aktörerna saknar i många fall referensobjekt, Sikander (2004). Trots att olämpliga material i viss mån har bytts ut, olämpliga konstruktionsutformningar förändrats och fuktmätningar har genomförts i större utsträckning, så förekommer det fortfarande att olämpliga material, konstruktioner och produktionsmetoder används. Vidare visar erfarenheter att projektörer saknar rutiner för fuktdimensionering och dimensioneringarna kan vara ofullständiga samtidigt som kompetensen hos dem som granskar fuktdimensioneringarna är oklar.

En intervjuundersökning som gjorts med arkitekter, konstruktörer och entreprenörer, i anslutning till projektet som nämns ovan, visar att det finns delade meningar om vad en fuktskada är, Wihlborg (2004). Orsakerna till skadorna varierar beroende på vem som svarar. Samtidigt anser huvuddelen av de intervjuade att för lite tid läggs på fuktsäkerheten. Av undersökningen framgår också bl a att det inte finns någon tydlig rutin för att dokumentera fuktsäkerhet. Tidspressen vid byggprojekten gör att ingen möjlighet ges att förbättra konstruktiva lösningar. Tidspressen påverkar också arbetsutförandet negativt.

4.3 Ett exempel: utfackningsväggar

En konstruktion som vid flera tillfällen varit förknippad med fuktskador är utfackningsväggen. Ytterväggar i flerbostadshus som byggs idag utgörs ofta av utfackningsväggar, varför riskerna med just dessa tas upp i detta avsnitt. De är känsliga för fukt och är som mest utsatta under produktionsskedet. Fuktskador som har uppkommit i dessa väggar har ofta haft sitt ursprung i just produktionsskedet.

4.3.1 Hammarby Sjöstad

Ett av de mest uppmärksammade fallen är Hammarby Sjöstad. I samband med att byggföretaget Skanska uppförde bostadshus på Sickla udde i Hammarby Sjöstad i Stockholm under sommaren och hösten 2000 inträffade det kraftiga regn som orsakade fuktskador i framför allt dåligt väderskyddade ytterväggar, Samuelson & Wånggren (2002).

De prefabricerade utfackningsväggarna, bestående inifrån sett av gipsskivor, plastfolie, dubbelt träregelverk med mineralullsisolering och utvändiga gipsskivor, transporterades till byggarbetsplatsen på lastbil där de sedan monterades ovanpå varandra. Under transport och montage skyddades elementen med plastfolie mot nederbörd, men folien var bristfälligt fastsatt och i regn- och blåsväder kunde vatten rinna in i flera av elementen.

Då inga omedelbara åtgärder för uttorkning vidtogs uppkom omfattande påväxt av mögel och blånad i elementen, främst på träreglarna. Fuktskadorna upptäcktes under vintern 2000. En omfattande insats gjordes för att kartlägga skadorna, bl a genom fuktmetningar, och åtgärda dem. Detta innebar att mycket av materialen fick bytas ut.

4.3.2 Konstruktionens känslighet

Enligt Aime Must, mikrobiolog och miljökonsult, finns det stora risker med utfackningsväggar, Must (2004). De levereras ofta som färdiga element till byggarbetsplatsen där de förvaras till dess att montering sker. Vid leverans är i regel fönster och dörrar monterade och på utsidan av regelverket sitter en gipsskiva. Mellan reglarna finns mineralull och mot insidan finns först en plastfolie och ytterst en gipsskiva.

Trots alla regler om fuktdimensionering m m händer det att utfackningsväggar får rivs och byggas om p g a mögel och blånad, ibland redan innan inflyttningen. Blånad orsakas av svampar som växer in i virket och medför att vatten lättare tränger in. Det kan knappast vara ekonomiskt försvarbart, enligt Must, att behöva bygga om väggarna innan den tvååriga garantitiden löpt ut. Konstruktionen av dessa utfackningsväggar är behäftad med så många risker att det är osannolikt att de kommer att vara skadefria under byggnadens livslängd. Must efterlyser bedömning och analys av denna konstruktion utifrån ett hållbart byggande. I skadeutredningar förekommer det ofta att mögelskador finns på materialen i utfackningsväggar.

Gipsskivor för ytmontering är behandlade för att tåla väta under produktionstiden. Många gånger används dock vanliga obehandlade gipsskivor i utfackningsväggar. Miljömässigt är dessa bra men en nackdel är att de är mycket fuktkänsliga. Många av de andra materialen är också känsliga ur fukt- och mikrobiell synpunkt, varför ett problem uppstår då alla ingående material kombineras. Konstruktionen är mycket fuktkänslig och det är praktiskt taget omöjligt att hålla materialen torra under byggprocessen om inte produktionen sker i uppvärmt tält, vilket är relativt ovanligt.

4.3.3 Trä ofta angripet

De träreglar som används till utfackningsväggar är ofta angripna av mögel och blånad. Detta beror på att trä av sämre kvalitet ofta väljs och enligt Hus AMA är det tillåtet att använda träreglar med blånad. Beställaren vet ofta inte att blånad är mögelangripet virke. Enligt Must borde ett nytt begrepp införas, trämögel, som innefattar alla mikrosvampar som skadar träet, även rötsvampar. Dagens virke angrips lättare av ytliga mikrosvampar beroende på att torkningen idag utförs vid högre temperatur än tidigare. Detta gör att vedens vattenlösliga näringsämnen ansamlas på ytan och om ny fukt tillförs skapas en utmärkt miljö för mögelsvampar att börja växa till. Detta virke är extra känsligt för uppfuktning och mögeltillväxten kan ske på fem till sju dagar.

4.3.4 Gipsskivor hanteras olämpligt

Gipsskivor är ett mycket vanligt byggnadsmaterial men tyvärr hanteras dessa ofta olämpligt ur fuktsynpunkt. Den allmänna uppfattningen är att gips torkar och tål att bli fuktigt. Sanningen är att gips snabbt blir vått och torkar långsamt. När gipsskivor kommer inplastade till byggarbetsplatsen upptäcks ofta inte den kondens som bildas i paketet (se figur 5). Denna kondens kan vara tillräcklig för att skappersmögel ska angripa pappen/kartongen på skivorna. Denna svampsort gynnas av stärkelseklistret som kartongen limmas med. Svampstillväxten gynnas extra av en riklig uppfuktning vid t ex en regnperiod. Det är inte ovanligt att utfackningsväggar står i fem till sju månader med oskyddade utvändiga gipsskivor innan utvändigt isolering och puts läggs på. Denna tid är tillräcklig för mögelsvampangrepp.



Figur 5: Ett inplastat paket med gipsskivor där kondens har bildats på plastens insida, Must (2004).

4.3.5 Fukt innestängs i isoleringen

Om regnvatten tränger in i mineralullen i en utfackningsvägg, där även plastfolie och in- och utvändiga gipsskivor är monterade, hindras det att torka ut av plastfolien och av den utvändiga gipsskivan. I blöt mineralull kan det växa bakterier som gynnas av processoljornas (en beståndsdel i mineralullen) näringsämnen. Mögelsvampar kan finnas i mineralull i form av sporer men har svårt att börja växa till. Under senare år har det dock blivit allt vanligare att mineralull, plastfolie och invändig gipsskiva monteras först när byggobjektet är under tak.

4.3.6 Brister på byggarbetsplatsen

Logistiken på byggarbetsplatsen fungerar ibland bristfälligt.

Utfackningsväggar kan bli stående utomhus i regn innan de monteras. När de monteras kan det regna ihållande. Vädskyddet är ibland otillräckligt, se figur 6. Den utvändiga gipsskivan utsätts för mycket fukt och kan suga in vatten kapillärt. Med andra ord kan vatten tränga in i väggarna på olika sätt under produktionsskedet. Uttorkning och kontroll måste ske under överinseende av sakkunniga. Must nämner ett byggprojekt där ledningen inte hade kontroll över hanteringen och transporten av utfackningsväggarna. Tidspress och brister i egenkontrollen gjorde att elementen inte undersöktes vid leveransen varpå skadorna upptäcktes först efter monteringen.

4.3.7 Risker under hela livslängden

Enligt Must kan omloppstiden för utfackningsväggar bli kort om dagens byggmetoder fortsätter att användas. Riskerna finns vid projektering, produktion och under hela byggnadens livslängd. Hon ställer frågan om lätta prefabricerade utfackningsväggar med trästomme bör betraktas som en riskkonstruktion.

Forskare spår att klimatet i framtiden kommer att bli fuktigare och varmare, vilket innebär att husväggarna måste tåla hårda vindar och regn samt motstå fuktinträning. Must konstaterar avslutningsvis att miljövänliga material och frånvaro av fungicider och biocider ökar risken för mikrobiell påväxt. Modernt byggande borde inte få äventyras av dålig kunskap om materialen och det mikrobiella samspelet. Hon efterlyser mer samarbete över gränserna och en anpassning inom byggbranschen.



Figur 6. Väderskyddet kan ibland vara otillräckligt, Must (2004).

5 Motverkan av fuktskador

Medvetenheten om fuktskador och dess orsaker ökar. Flera byggföretag, konsulter och andra i branschen har på allvar börjat intressera sig för dessa frågor och försöker hitta lösningar och förebyggande åtgärder som kan vidtas i olika skeden av ett byggprojekt.

5.1 Förebyggande arbete vid projektering och produktion

Enligt Lennart Bellberg från SCC Projektledning kan en nybyggd byggnad behöva saneras relativt snabbt om fukt från produktionsskedet finns kvar i olika byggnadsdelar, Pegasus lab (2001). Mycket tid och pengar kan sparas om det byggs rätt från början.

5.1.1 Rätt projektering och skydd för vädret

Enligt Torbjörn Hall, doktorand på Chalmers och skadeutredare hos White Arkitekter AB, måste berörda, när ett hus skall byggas, inse betydelsen av att det kommer att regna under produktionsskedet, Pegasus lab (2002). Det borde också markplaneras för att få en bra situation på byggarbetsplatsen och undvika t ex lera. Hårdare krav från beställaren skulle kunna hindra att materialet blir blött från första början.

Det går att bygga friska och sunda hus idag om det byggs torrt och rätt. För att kunna göra detta måste de inblandade parterna projektera för ett torrt byggande. De måste alltså bli fuktdimensionera (se kapitel 6), beakta materialval, konstruktionslösning och produktionstid. Tydliga mätbara krav ska ställas och det skall säkerställas att de efterlevs. Vidare ska det skapas goda samarbetsformer mellan alla inblandade och kvalitetssäkring skall ske för t ex kritiska moment. Byggnadsmaterialet måste lagras torrt och byggnaden måste väderskyddas. Alla dessa punkter ska kontrolleras och följas upp.

Som ett exempel på en byggteknisk lösning nämner Hall utvändiga gipsskivor, på utfackningsväggar med trästomme, som vindskydd och tillfälligt väderskydd under produktionsskedet. Skarvarna mellan partierna kompletteras på plats med t ex foglister. Den sk ”regnkappan” som gipsskivorna bildar får alltså inte bli ett lapptäcke av mindre bitar med många skarvar. Ofta blir då följderna många mindre läckageställen. Det är viktigt att utfackningspartierna inte är isolerade eller kompletterade på insidan med plastfolie och skivor innan regnskydd kan säkerställas. Detta för att eventuellt inläckande vatten skall upptäckas och kunna torka ut.

5.1.2 Kompetens och kommunikation

Enligt Jari Mäkynen, arbetsmiljöingenjör, har nästan alla inblandade i ett byggprojekt mycket att lära, Pegasus lab (2002). Egentligen är det inte brist på kompetens utan på kommunikation. Arkitekterna måste lära sig att kombinera estetik med praktik. Projektörerna måste lära sig att förstå sambanden mellan fukt, mark och de fysikaliska lagarna. Konstruktören behöver bli lära sig att dimensionerna betongkvaliteten rätt. Platschefer har störst påverkansmöjlighet

om de får rätt instrument i form av kunskap om fukt, mögel och luft. Byggnadsarbetarna är de som ofta kan mest om hur t ex material ska hanteras, men tidspressen gör att yrkes stoltheten måste åsidosättas. Brukarna behöver lära sig hur byggnaden skall användas.

5.1.3 Anvisningar från materialtillverkare och leverantörer

Materialtillverkare och leverantörer kan hjälpa till att förbättra fuktsäkerheten genom att beskriva hur olika material skall förvaras och hanteras på ett fuktmässigt bra sätt. Detta görs oftast genom någon form av materialanvisning som vanligtvis följer med materialleveransen eller går att beställa från leverantören/tillverkaren. Ibland kan anvisningar finnas på dennes hemsida på Internet. Exempel på ett företag som ger råd om hur sina produkter skall hanteras och lagras är Isover som tillverkar isoleringsprodukter, Isover (2004). Exempelvis kan entreprenören besöka Isovers hemsida och snabbt få information om materialets egenskaper.

Det finns också företag som tillsammans inom branschorganisationer tar fram gemensamma anvisningar till ett visst byggnadsmaterial. Ett exempel på en branschorganisation är Nordisk Gipsskiveförening, som har tagit fram anvisningar för hur gipsskivor skall hanteras under produktions- och förvaltningsskede (se bilaga 1) med hänsyn till fukt, Nordisk Gipsskiveförening (2001). Anvisningarna omfattar även fuktpåverkan på närliggande material som används i kombination med gipsskivor.

Rolf Öhman från gipsskivetillverkaren Gyproc (medlem i Nordisk Gipsskiveförening) konstaterar att gipsskivor inte bör bli fuktiga, men att de i alla fall blir det ibland, Pegasus lab (2002). De blir lätt och fort blöta men torkar väldigt långsamt, om de inte får helt rätta förhållanden. Gipset leder fukt mycket bättre än pappen på utsidan, om t ex en gipsskiva står i vatten. Skadan kan alltså vara betydligt större än vad den ser ut att vara om bara utsidan studeras.

Under sämre förhållanden utomhus torkar blöta gipsskivor ca 5-7 % på ett dygn, men 50 % av fukten skulle torka ut om samma skivor låg inomhus. Slutsatsen blir att gipsskivor skall hållas torra. Om de ändå blir blöta måste de torka snabbt för att kunna räddas. Långsam torkning leder till mögelangrepp och angräpnade skivor ska kastas. Arbete pågår att bli fram impregnerade gipsskivor till våtrum, cementbaserade skivor och gipsskivor med ökad mögelresistans. Det forskas även om gipsskivornas fuktmekaniska egenskaper.

5.1.4 Statsmaktens målsättning

God bebyggd miljö är en av målsättningarna på miljödepartementet och i denna ingår arbete med byggnaders påverkan på hälsan, Pegasus lab (2004). Monica Lövström, sakkunnig på miljödepartementet, säger att alla måste börja ta sitt ansvar för att det i längden ska kunna skapas en god boendemiljö. Det måste byggas rätt från början och upprätthållas en god standard på byggarbetsplatserna. Byggnadsdeklarationerna är också en viktig del i detta då de hjälper konsumenterna att välja rätt. Oavsett vilket krav statsmakten ställer

på byggandet kan den aldrig ta över ansvaret från dem som bygger och förvaltar bostäderna.

5.1.5 Rätt organisation behöver inte kosta mer

Enligt Marianne Bjerke från Norges Astma- och Allergiförbund har flera nybyggda vårdbyggnader i Norge fått fuktproblem som har sitt ursprung i produktionsskedet, Bjerke (2004). Problemet är att fukt blir inbyggt och därmed skapas goda förhållanden för mögel.

Ofta sägs att initiativ av olika slag inte kan genomföras därför att de är för omfattande eller kostar för mycket. Detta kan omöjligt vara fallet i detta sammanhang, enligt Bjerke. Hon har undersökt saken och kommit fram till att om de inblandade redan från början organiserar byggprojektet med tanken på att fukt inte får byggas in, så kräver detta varken större investeringar eller längre produktionstid. Det gäller att ha fokus på fukten under byggprojektets alla skeden. Flera arkitekter och entreprenörer i Norge har tagit kritiken på allvar och lagt upp rutiner som på sikt hindrar att fukt byggs in. Ett exempel är att byggarbetsplatsen skyddas med plasttält.

Bjerke fokuserar på de enorma kostnader som uppstår om byggnadsdelar i efterhand måste monteras ner för att fukt- och mögelskador skall kunna saneras. Det är inte bara kostnader för reparation som uppkommer utan också kostnader som t ex följer av att verksamheten i lokalerna måste flyttas under saneringen. Hon anser att det borde finnas bestämmelser från myndigheter på att bygga rent och torrt.

5.1.6 Ändrade arbetssätt efter Hammarby Sjöstad

Byggföretaget Skanska har vidtagit flera åtgärder vid nyproduktion av bostäder efter de negativa erfarenheterna företaget fått från fallet med Hammarby Sjöstad. Förutom information inom företaget infördes förbättrade arbetssätt i Hammarby Sjöstad och i all annan pågående produktion, Samuelson & Wånggren (2002).

Exempelvis infördes ett krav att tid för uttorkning alltid skall finnas redovisad i tidsplanen. Även byggteknik och byggmetodik förändrades. Montage av utfackningsväggar i flerbostadshus skall i fortsättningen ske efter att taket är tätt. Omedelbart efter montage skall väggarna skyddas av en täckt ställning. Endast utfackningsväggar utan isolering och plast skall monteras i flerbostadshus. Isolering, plastfolie och invändig gipsskiva får monteras först efteråt, sedan väggelementet kontrollerats och godkänts.

5.1.7 Samverkan mellan arkitekt, konstruktör och entreprenör

Torbjörn Hall, som tidigare arbetat på entreprenörsidan inom byggbranschen, har genom sin erfarenhet inblick i hur fuktsäkerheten beaktas vid projekteringen. I en intervju säger han att arkitekten tar hänsyn till fuktsäkerheten oftast genom att arbeta parallellt med arkitektbyråns handläggande ingenjör, Hall (2004). Denne föreslår material och lösningar som är bra ur bl a fuktsynpunkt. Arkitekten står för design och att byggnaden blir korrekt ritad.

Samverkan mellan arkitekt, konstruktör och entreprenör är mycket viktig. Enligt Hall är det oftast så de arbetar på hans arbetsplats – en god samverkan mellan arkitekt och konstruktör. Det är bra om upphandlingen sker så tidigt som möjligt så att det finns utrymme för diskussion mellan aktörerna. Samarbetet påverkas beroende på vilken typ av entreprenad som gäller. Vid totalentreprenad strävar man efter total samverkan, upphandlingen sker av entreprenören varefter samarbetet påbörjas.

5.2 Gemensamt agerande för fuktsäkerhet

5.2.1 Mall för fuktskydd

”Byggsektorns miljöprogram 2003” har tagits fram av Byggsektorns Kretsloppsråd, som är en ideell förening bestående av organisationer inom bygg- och fastighetssektorn. Rådets syfte är att byggsektorn genom frivillighet skall uppnå ett samordnat miljöarbete som leder till ständiga miljöförbättringar. Detta skall ske i samverkan med myndigheterna och med lagstiftningen som bas, Byggsektorns Kretsloppsråd (2005).

Ett delområde i miljöprogrammet är ”Säkerställande av en god innemiljö”. I ett delmål i detta område ingår att byggsektorn senast år 2005 ska ha tagit fram en mall för fuktskyddsbeskrivning och angivit hur den skall upprättas och användas under ett projekts genomförande, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Detta delmål ingår i samarbetsprojektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” som har nämnts i föregående kapitel. Läs mer om mallen i kapitel 6.

5.2.2 Inventering visar behoven

Syftet med ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” är, som nämnts tidigare, att utveckla en metod som säkerställer, dokumenterar och kommunicerar fuktsäkerheten i byggprocessen. I inledningsskedet av projektet har en inventering av orsaker till fuktskador och ansvar genomförts, Wahlborg (2004).

De preliminära slutsatserna av denna är bl a att:

- Rutiner måste utvecklas för att kommunicera och dokumentera fuktsäkerhetsfrågor.
- Ett utbildningspaket bör utvecklas för att höja kunskapsläget avseende fuktsäkerhet.
- Beställaren måste ställa krav på fuktsäkerhet och vara införstådd med vad han/hon betalar för och vad han/hon beställer.
- Tidplanerna måste vara relevanta ur fuktsäkerhetssynpunkt.

Vidare hänvisas till den enkätundersökning om kunskapsläget som omnämns i föregående kapitel. I denna undersökning framkom bl a att viljan att arbeta med fuktsäkerhet hos medarbetarna i projekterande företag och hos entreprenörer är stor, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Flertalet av de tillfrågade företagen är positiva till mer hjälpmedel i form av t ex checklistor och beräkningsprogram.

5.2.3 Krav för fuktsäkerhet

Eva Sikander, som ingår som expert i arbetsgruppen till projektet, förklarar att byggherren har det övergripande ansvaret för byggnadens fuktsäkerhet, Sikander (2004). Detta finns reglerat i Plan- och bygglagen. Byggherren behöver ett antal hjälpmedel för att kunna ta detta ansvar, t ex förslag till vilka krav som skall ställas.

För att ett fuktsäkert byggande skall uppnås krävs att ett antal krav är uppfyllda hos olika aktörer. Information skall ges om krav för fuktsäkert byggande till dem som deltar i projektering och byggande. Vidare skall fuktsäkerhet, enligt Sikander, vara en punkt på projekterings- och byggmöten.

Kompetensen måste vara säkerställd för fuktdimensioneringen. En tidig identifiering av fuktrisker skall utföras. Fuktdimensioneringen skall visa att kritiska fukttillstånd med angivna säkerhetsmarginaler inte överskrids under produktions- eller bruksskede. En checklista för denna typ av dimensionering skall tidigt presenteras.

För produktionskedet gäller att kompetens måste finnas för fuktfrågor som kommer upp och mätningar som skall utföras. Vidare skall kritiska arbetsmoment identifieras och planer utformas för t ex fuktsäker materialhantering, ren arbetsplats och uttorkning av byggfukt. Krav ställs på dokumentation under hela produktionskedet och erfarenheter visar att det finns behov av en mall för fuktskyddsbeskrivning för att detta skall uppnås.

Redan i upphandlingsunderlaget är det viktigt att tydliga krav finns då erfarenheter visar att krav som införs efter upphandling inte får någon tyngd. Om byggherren får hjälp av en fuktskyddssakkunnig skulle uppföljningen av att kraven uppfylls sannolikt bli bättre.

6 Säkerställande av fuktsäkerheten

Vad samarbetsprojektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” har kommit fram till hittills har delvis presenterats i de två föregående kapitlen. I detta kapitel beskrivs närmare vissa resultat som projektet gett och som skall vara en hjälp för att säkerställa fuktsäkerheten i ett byggprojekt. Fuktdimensionering har en stor betydelse för att uppnå fuktsäkerhet, varför detta begrepp förklaras i kapitlet.

6.1 Behov av metod för hantering av fuktskyddsfrågor

Bakgrunden till projektet är bl a att det har saknats en metod för hantering av fuktskyddsfrågor, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Alla aktörer måste ta sitt ansvar för hur fuktsäkerheten beaktas. Det är också av yttersta vikt att rätt information flödar mellan olika aktörer och att information finns tillgänglig i rätt tid och form hos rätt aktör.

Metoden skall vara ett hjälpmedel för alla aktörer, t ex beställare/byggherrar, arkitekter och övriga konsulter, entreprenörer och förvaltare. Meningen är att fuktfrågor skall lyftas fram tidigt i ett byggprojekt och att de aktiviteter och åtgärder som utförs för att säkerställa fuktsäkerheten hos byggnaden på ett strukturerat sätt skall dokumenteras. En systematisk dokumentering av åtgärder och aktiviteter som utförs av olika aktörer innebär att informationen finns samlad och är lätt tillgänglig och spårbar vid eventuella framtida problem.

6.2 Fuktskyddsbeskrivning – ett hjälpmedel

En viktig del i den metod som nämns ovan är att kunna ha tillgänglighet till en mall för fuktskyddsbeskrivning. Ett av målen med samarbetsprojektet är just att utforma en sådan mall och krav på fuktskyddsdokumentation. Då mycket arbete redan har utförts inom fuktsäkert byggande handlar denna del av projektet till stor del om att samla och systematisera den del av tidigare arbete som anses vara relevant, och ge riktlinjer och referenser till vad som kan användas och när.

6.2.1 Fuktskyddsbeskrivningens omfattning

Mallen är alltså tänkt att användas som grund när fuktskyddsbeskrivning skall utformas för ett specifikt byggprojekt. En fuktskyddsbeskrivning skall omfatta byggprojektets alla skeden och aktörer. Vidare skall den beskriva fuktkritiska konstruktioner och aktiviteter och redovisa hur de skall hanteras. Den skall vara ett levande dokument som uppdateras allteftersom nya förutsättningar kommer till kännedom, Mjörnell (2004).

Fuktskyddsbeskrivningen kan t ex innehålla standardtexter till ritningar och beskrivningar, checklistor och exempel på fuktsäkra konstruktionsutförningar och produktionsmetoder, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Vidare kan en fuktskyddsbeskrivning innehålla förslag på lämpliga hjälpmedel såsom lathundar, beräkningsverktyg och

referenslitteratur och den skall ge förslag på rutiner för granskning och kontroll. Den skall också visa de gränsdragningar som finns mellan olika aktörers ansvar.

6.2.2 Fuktskyddssakkunnig

Samarbetsprojektet ger förslag om en fuktskyddssakkunnig person som upprättar fuktskyddsbeskrivningen och är byggherrens representant i fuktfrågor, Mjörnell (2004). Denne skall också vara en diskussionspartner och skall kommunicera fuktfrågorna mellan olika aktörer i olika skeden. Kunskaper om bl a fukt och fuktdimensionering krävs av den fuktskyddssakkunnige. Han/hon skall också ha erfarenhet av projektering, produktion, förvaltning och skadeutredning.

Under programskedet ska den fuktskyddssakkunnige bl a hjälpa byggherren att välja och formulera krav och fuktskyddsbeskrivningen skall kommuniceras till projektörerna. Under projekteringskedet är det den sakkunniges uppgift att följa upp t ex fuktkritiska konstruktioner, fuktdimensionering och checklistor. Fuktskyddsbeskrivningen skall samtidigt revideras och kompletteras med information från projektörerna och informationen skall kommuniceras till entreprenören.

Den fuktskyddssakkunnige fortsätter sedan att under produktionsskedet följa upp bl a mottagningskontroll, materialförvaring, väderskydd, fuktmätning, renhållning m m. Han/hon har också till uppgift att komplettera fuktskyddsbeskrivningen till en fuktskyddsdokumentation och överlämna denna till förvaltaren. Under förvaltningsskedet ska förvaltaren få information om bl a fuktkritiska konstruktioner, fuktkontroll under driften, drift- och underhållsinstruktioner och åtgärder vid fuktskada.

6.2.3 Hjälpmedel för olika aktörer

Fuktskyddsbeskrivningen ska vara ett hjälpmedel för olika aktörer för att beakta fuktfrågorna i olika skeden. För byggherrens del kan den t ex innehålla en sammanställning av lagar och krav och förslag till formulering av de krav byggherren bör ställa på andra aktörer. Fuktskyddsbeskrivningen skall vara en hjälp för byggherren att i ett tidigt skede påverka förutsättningarna för att hantera fuktfrågor på ett kvalificerat sätt, då denne enligt Plan- och Bygglagen har ett övergripande ansvar, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003).

Projektörernas uppgift är att utifrån beställarens funktionskrav ta fram tekniska lösningar. En viktig del av projektörernas arbete för fuktsäkerhet är fuktdimensionering. Checklistor och en lista över beräkningsverktyg och litteratur som kan användas vid fuktdimensionering av olika byggnadsdelar bör ingå i fuktskyddsbeskrivningen. Andra exempel som projektörerna kan ha användning av är förslag på relevanta typlösningar, en checklista för identifiering av kritiska konstruktioner och förslagstexter till beskrivningar. Projektören skall lämna alla uppgifter som behövs för entreprenörens fuktsäkringsarbete, t ex fuktrisker som skall bevakas under produktionsskedet, Lassen (2004).

Entreprenören ansvarar för val av produktionsmetod och utförande, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Vidare ansvarar denne för hantering och inbyggnad av material. För att garantera ett korrekt utförande och att material med rätt prestanda används måste entreprenören ha ett kvalitetssäkringsprogram. Säkerställning av tillräcklig uttorkning av byggfukt och skydd mot nederbörd är särskilt viktigt att entreprenören beaktar. Det måste bli en rutin för hur uppföljning av fuktillståndet i olika material och konstruktioner kan ske.

Fuktskyddsbeskrivningen bör för entreprenörens del, utifrån ovanstående, bli innehålla riktlinjer för hur fuktamordning och fuktsäkring skall ske på byggarbetsplatsen. Dessa kan exempelvis beröra hantering av material, mottagningskontroll, metoder för att bygga torrt, skydd för nederbörd, beredskap för läckage m m. En viktig del är rutiner för fuktmätning i material och konstruktioner, inte minst gäller detta trä och betong. Information om fukt bör ges till alla som arbetar på arbetsplatsen. Ett viktigt hjälpmedel som kan underlätta för entreprenören att ta sitt ansvar kan vara användning av checklistor. Checklistor kan upprättas t ex för identifiering av kritiska moment och konstruktioner och för att kontrollera fuktsäkerheten på byggarbetsplatsen, Mjörnell (2004).

Materialleverantören måste ha ett eget kontrollsystem för att kunna garantera kvaliteten på materialparametrar som inte minst har betydelse för fuktdimensioneringen, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Vidare måste material som levereras till byggarbetsplatsen uppfylla de krav på fuktnivå som är avtalade. Materialleverantören skall också ge enkla instruktioner för hur materialet skall hanteras, lagras och byggs in. Riktlinjer behövs för att materialleverantören skall kunna uppfylla dessa krav.

Även förvaltningsskedet omfattas av fuktskyddsbeskrivningen. Därför skall denna innehålla t ex drifts- och underhållsinstruktioner för fuktsäker förvaltning, Mjörnell (2004).

6.3 Fuktdimensionering

Begreppet fuktdimensionering innefattar alla åtgärder i bygg- och förvaltningsprocessen som medverkar till att en byggnad eller konstruktion direkt eller indirekt inte drabbas av fuktproblem, Byggsektorns Kretsloppsråd (2003). Fuktdimensionering innebär vanligtvis att fuktsäkerheten kontrolleras kontinuerligt på olika sätt under hela byggprocessen. Material och konstruktioner väljs utefter den största fuktbelastning som byggnadsdelen beräknas utsättas för. Samtliga konstruktioner, detaljer, anslutningar, och genomförningar kontrolleras med hänsyn till fuktbelastning.

Känsliga detaljer eller lösningar skall alltid anges. Det skall undersökas vad som händer om fukt, i form av exempelvis regn eller snö, tillförs utifrån via läckage genom en konstruktionsdel. Vidare är det viktigt att bli undersöka vad som händer om fuktigt material byggs in, om det är risk för kondens, vart

den i så fall uppstår, samt hur stor mängd fukt som kan bildas, Samuelson & Wånggren (2002).

6.3.1 Projektörens roll

Projektörens roll i fuktdimensioneringen ligger huvudsakligen i ett tidigt skede av byggprojektet, det s k projekteringsskedet. I detta skede är projektörens uppgift bl a att välja byggnadsmaterial, identifiera riskkonstruktioner, samt förebygga fuktproblem i byggnaden, Stars (2004). Byggnadens yttre delar, som fasad och tak, granskas ur fuktbelastningssynpunkt. Genom att göra beräkningar och bedömningar på bl a fuktbelastning, klimat och funktionskrav kan projektören skapa fuktsäkra byggnadstekniska lösningar. Projektörens handlingar lämnas sedan till entreprenören. Särskilt känsliga delar av konstruktionen beaktas genom noteringar och särskilda beskrivningar.

6.3.2 Produktionsskedet

Under detta skede jobbar entreprenören enligt den kontrollplan som har fastställts. När byggnationen väl har börjat bör kontinuerliga mätningar av fukthalt i trämaterial och betong utföras tills dess att byggnaden är färdigställd.

Begreppet byggfuktprojektering innefattar beräkningar av betongens torktid och egenskaper. Beräkningarna utförs ofta av en anlita konsult och omfattar oftast platta på mark och betongbjälklag. Genom att jämföra resultatet från mätningarna med statistiska medelvärden baserade på liknande torksituationer, vct och klimat kan konsulten ta fram krav på betongens egenskaper för att kunna nå kravställd RF-nivå till utsatt tid.

Under torktiden följer konsulten upp beräkningarna med mätningar i betongen för att bekräfta att uttorkningen sker enligt planen. Övriga mätningar, exempelvis i regler och annat trämaterial, utförs oftast av utbildad personal hos entreprenören, Frölander (2004).

Byggfuktprojektering beställs idag mest av större entreprenörer. Mindre företag nöjer sig oftast med de anvisningar som konstruktören ger. Ofta är dessa baserade på antaganden och tidigare erfarenheter och kan ibland vara mycket felaktiga med fuktproblem som följd, Stars (2004).

6.3.3 Risikanalys

En metod för att förebygga fuktskador är att utföra en riskbedömningsanalys, vilket betyder att sannolikheten för en viss skadas uppkomst bestäms statistiskt, Harderup (1993). Genom att bedöma materialets kritiska tillstånd, då fuktskada med sannolikhet uppkommer, kan byggnaden riskbedömas utefter vilka material som väljs. Material som är fuktbeständiga är dessvärre ofta dyra, vilket i sin tur påverkar kostnaden, men antyder dock att strävan för ett fuktsäkert byggande är hög, Sikander & Grantén (2003). Beställaren bör därför beakta att en högre materialkostnad oftast medför en lägre riskfaktor, något som kan betala sig i längden då skadekostnaderna antas bli lägre.

7 Metoder för väderskyddat byggande

Under produktionskedet utsätts byggnaden och dess material för väderpåverkan i form av bl a vind, regn och snö. För att skydda byggnaden från väderpåverkan är det viktigt att så snart som möjligt montera tak och väggar, eller anordna andra former av väderskydd. Ju snabbare detta sker desto snabbare kan betongen torka ut, vilket i sin tur påverkar tidpunkten då exempelvis golvet kan läggas. Nedan ges exempel på olika sätt att väderskydda byggnaden.

7.1 Malmö-metoden

En metod som för närvarande används av Peab i Malmö är metoden att bygga ”uppifrån och ner”. Denna metod har länge varit det vanliga sättet att bygga, men dagens pressade produktionstider har medfört att det blivit allt mer sällsynt att bygga på detta sätt, Persson (2004). Metoden, eller konceptet, som i detta arbete kallas ”Malmö-metoden”, går ut på att resa stommen för att så snabbt som möjligt bygga taket. När huset har försetts med tak monteras utfackningsväggar med början från översta våningen.

Bjälklag och väggar är ofta delvis prefabricerade för att minska produktionstiden. Utfackningsväggarna levereras med vindskyddsskiva, trästomme/mineralull, fönster och plastfolie. Väggarna levereras täckta av vindpapp som fungerar som väderskydd. Vid eventuellt läckage av vatten in i väggen ersätts mineralullen och plastfolien med nytt material. På plats i byggnaden kompletteras väggen invändigt med ytterligare ett lager av trästomme/mineralull. Detta medför att det blir färre håltagningar i plastfolie då installationer kan dras i detta utrymme.

Peab i Malmö kräver att trävirket i utfackningsväggarna vid leverans har en fuktkvot som ligger under det accepterade värdet för inbyggnad. Detta gör att montering av det inre isolerskiktet och invändiga gipsskivor kan påbörjas tidigt efter att utfackningsväggarna kommit på plats i byggnaden. Kontroll av fuktnivå i trävirke utförs internt av Peab innan inbyggnad.

Det översta bjälklaget gjuts med snabbtorkande betong, som har ett lågt vct, för att torkningsprocessen skall bli så kort som möjligt. Detta är väsentligt eftersom byggnaden färdigställs med början från denna våning. Även bottenplattan gjuts med en snabbtorkande betong då denna typ av betong är mycket tät, har god hållfasthet och är mycket beständig mot fuktintrång. Eftersom väggarna runt bottenplattan upprättas sist av alla utfackningsväggar finns risk att denna yta utsätts för stor nederbördspåverkan. Byggfuktprojektering med uppföljande fuktmätningar i betongen utförs av anlitad konsult.

Allt byggnadsmaterial beställs och lyfts in successivt i byggnaden för i princip direkt montering. Detta är nödvändigt då lagringsutrymmet på våningsplanen ofta är begränsat. Det mesta av materialet lyfts in innan utfackningsväggarna monteras. Färdigställningen av byggnaden sker från översta våningen, när en våning är klar besiktigas den varefter våningen ”stängs av” för tillträde. När besiktning av understa våningen är gjord är huset färdigt för inflyttning.

Resultatet av denna metod blir minimalt med byggfukt och minskad risk för framtida fuktskador samt en väderskyddad miljö för byggnadsarbetarna. Nackdelen med denna metod är att jobbet ofta begränsas till ”en front” dvs enbart uppsättning av väggar, gjutning av bjälklag etc. Detta ger ibland en längre produktionstid.

7.2 Intäckning av byggnad

Intäckning av en byggnad innebär att fasad och/eller tak skyddas av ett väderbeständigt skikt, exempelvis en plastduk. Nedan ges i korthet exempel på olika varianter av intäckningar.

7.2.1 Total intäckning – JM-Hallen

En metod är att uppföra byggnaden under totalt skydd av ett tält, en metod som har prövats av företaget JM (se figur 7). JM-hallen är en konstruktion bestående av en stålstomme som kläs med en armerad plastduk. Byggnaden uppförs sedan helt under skydd och är relativt oberoende av väderleken. Fördelarna med denna metod är att byggnaden skyddas från nederbörd under hela produktionsskedet, vilket inte bara innebär en bättre och torrare arbetsmiljö för byggnadsarbetarna, utan också bättre och gynnsammare miljö för uttorkning av byggfukt, Castelius (2002). De traditionella byggkranarna byts ut mot traverser vilket bidrar till större precision vid lyft av exempelvis fönster då svajet från vind inte längre finns.

Nackdelarna enligt byggnadsarbetarna är att det kan bli ganska varmt inne i tältet på sommaren, ljudnivån blir lite högre och traverserna kan upplevas som lite långsamma gentemot kranarna. Merkostnaden för tältet och den extra utrustningen anses vara en nackdel, men vägs ofta mot vikten av bra väderskydd under produktionsskedet och bättre arbetsförhållanden för arbetarna.



Figur 7. JM: s byggnation av 5-våningshus, Nacka, Lundholm (2002).

7.2.2 Fasadskydd genom intäckning av byggställning

Denna metod används ofta efter att stommen, och eventuellt tak, har byggts och byggställningar är monterade utmed byggnadens sidor. Byggställningarna kläs med exempelvis armerad plastduk eller hårda skivor som sedan skyddar byggnaden mot vind och nederbörd. Ett provisoriskt tak byggs överst på byggställningarna för att skydda mot vertikal väderpåverkan. Detta tak kan åstadkommas genom att plastduken viks upp och förankras i byggnaden, Axelson m fl (2004).

Om taket på byggnaden ej byggts i detta skede måste denna yta skyddas med ett särskilt takväderskydd. En fördel med fasadintäckning är att metoden utgör ett enkelt och robust väderskydd. En nackdel är att klimatet inne i byggnaden kan bli mycket varmt under sommaren, vilket måste åtgärdas med ventilationsöppningar.

8 Fuktsäkerhet på byggarbetsplatser – fältundersökningar

För att få en uppfattning om hur fuktsäkerheten beaktas ute på byggarbetsplatser har fältundersökningar gjorts under hösten 2004 på tre av Peabs pågående byggprojekt. De undersökta byggarbetsplatserna ligger i Göteborg, Malmö och Lund. Byggarbetsplatsen i Göteborg har granskats djupare än de övriga. Syftet med undersökningarna är bl a att belysa och dokumentera rutiner m m som har negativ respektive positiv inverkan på fuktsäkerheten under framförallt produktionsskedet.

8.1 Fjällbo Park, Göteborg

Till årsskiftet 2004/05 skall ett nytt bostadsområde med hyresrätter i Fjällbo Park, ca 5 km från Göteborgs centrum, stå inflyttningsklart. Totalentreprenör är Peab som också, i samarbete med Abako Arkitektkontor AB, i början av 2003 erhöll andra pris i den markanvisningstävling som Göteborgs stad utlyste för området. Förslaget från Peab/Abako fick namnet ”Allemansrätten”. Målet med tävlingen var att stimulera byggare och förvaltare till nytänkande när det gäller att bygga bra bostäder till rimliga priser. Höga krav ställdes bl a på boendekvalitet, långsiktig förvaltning och att utforma en attraktiv yttre miljö, Rothell (2003). Eftersom förstapristagaren inte kunde fullfölja projektet så beslutade Göteborgs stad att lämna markanvisningen till Peab. ”Allemansrätten” innefattar 110 lägenheter fördelade på 1-3 rum och kök i fyra punkthus (fyra eller fem våningar) och 4-6 rum och kök i fyra radhuslängor, Peab (2003). De minsta lägenheterna är 40 kvm och de största 110 kvm. De mindre lägenheterna dominerar i antal.

8.1.1 Samverkan

I tävlingen ingick bl a krav på att den totala kostnaden för projektet inte fick överstiga 13 000 kr/m², vilket innebar att vissa rationaliseringar var nödvändiga. Peab startade projektet med att formera en grupp som bl a bestod av en projektledare, en geotekniker, en platschef, en arkitekt och en kalkyltekniker. Gruppen började med att studera liknande projekt för att sedan samla ihop intrycken från dessa besök och lära sig av det som varit positiva och negativa lösningar. Det konstaterades att valet av arkitektbyrå var mycket viktigt. Det blev Abako Arkitektkontor AB som fick uppdraget att rita husen, Bergquist (2004). Sedan började också övriga handlingar att tas fram.

Att Allemansrätten fick en så bra placering i tävlingen beror främst på att byggherre/förvaltare, byggproducent, arkitekt, konstruktör, installationsentreprenör, byggplatsledning m fl har samverkat på ett tidigt stadium. Alla har vetat förutsättningarna och arbetat inom dess ramar. De verkliga kostnadspåverkande faktorerna har beaktats medan de fortfarande är påverkbara, Peab (2003). Samtliga deltagare i projektgruppen har fått föra fram viktiga faktorer som ger en god boendemiljö, en långsiktig förvaltningskvalité och samtidigt medger en kostnadseffektiv produktion.

Kostnadsdrivande faktorer har analyserats, ifrågasatts och i möjligaste mån tagits bort. Husen har därmed fått en mycket rationell uppbyggnad. För att utnyttja ytorna väl har de fördelats så att förhållandet mellan bostadsyta och byggnadens totala yta ligger på över 80 %. Ytor för trapphus och installationer har komprimerats.

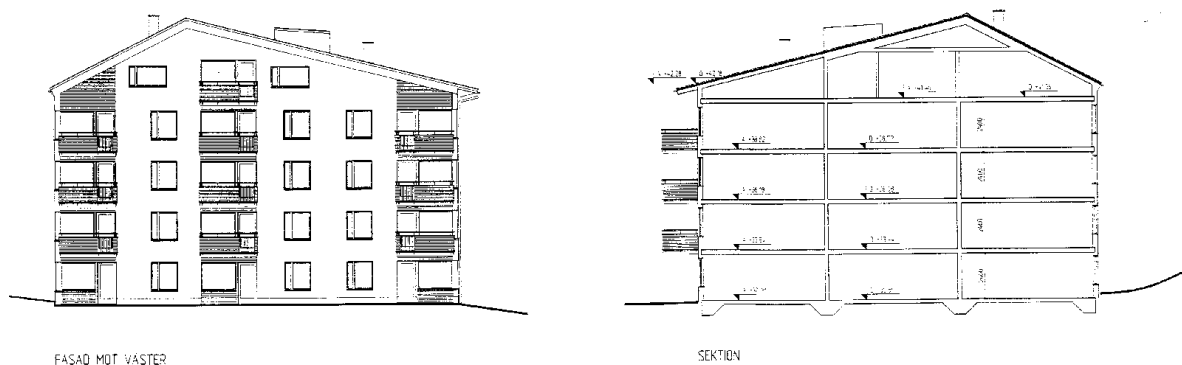
8.1.2 Standard och kvalitet

Tanken har inte varit att bygga enkla hus med låg standard. Utgångspunkten har varit att dessa hyresrätter ska hålla samma kvalitet som övriga upplåtelseformer. Det finns dock inga utmärkande utsmyckningar som t ex burspråk och valv, Hermansson (2004). Kök är av enklare modell men modernt. Badrum är inte helkaklat och parkettgolv är begränsat till kök/vardagsrum. Garderober ingår inte som standard, men plats har lämnats för att hyresgästen själv ska kunna inreda med garderober. Det finns heller inte så mycket förrådsutrymme för varje lägenhet. Hyresgästerna har möjlighet att välja mellan ett begränsat antal alternativ vad gäller vissa inredningsdetaljer, såsom färg etc.

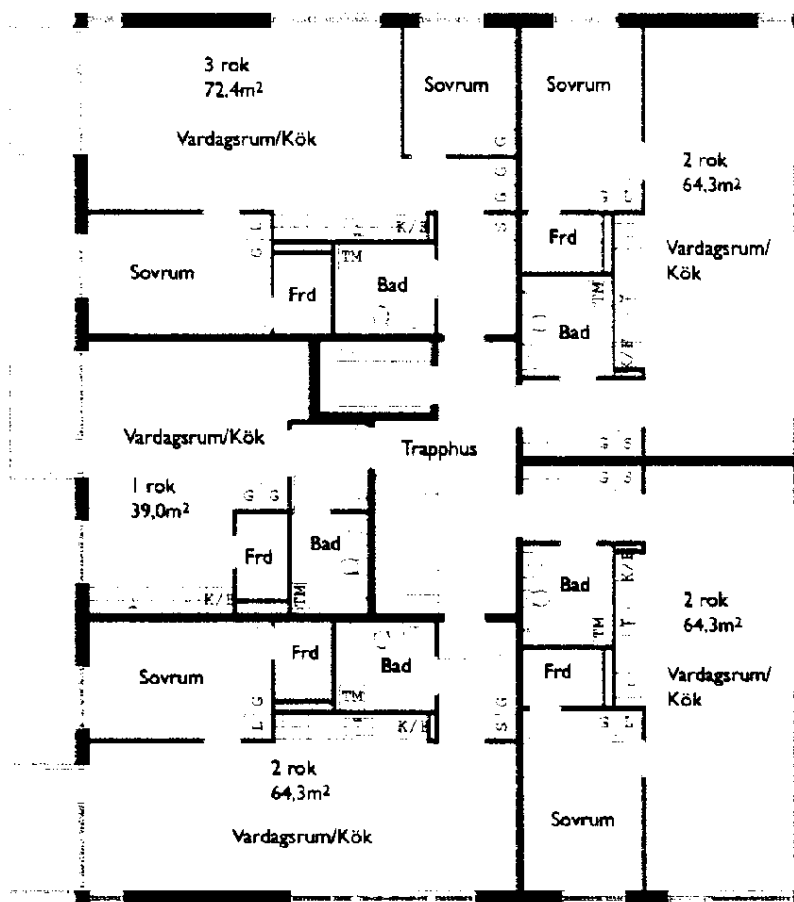
8.2 Punkthusen i Fjällbo Park – analys av fuktsäkerheten

Planlösningarna för våning 1-3 i punkthusen är identiska och vidare har alla de fyra punkthusen i stort sett lika planlösning, Peab (2003). Modulisering av kök och badrum är en viktig del av rationaliseringen och de öppna planlösningarna bidrar till en hög yteffektivitet, se figurerna 8 och 9. Balkonger, fönster, dörrar m m har utformats med enhetlig måttsättning och återkommande modulmått.

I detta avsnitt görs en analys av fuktsäkerheten hos punkthusen i Fjällbo Park. Analysen bygger på fältundersökningar, studier av ritningar och samtal med olika aktörer som är involverade i projektet. Analysen är mest inriktad på produktionsskedet.



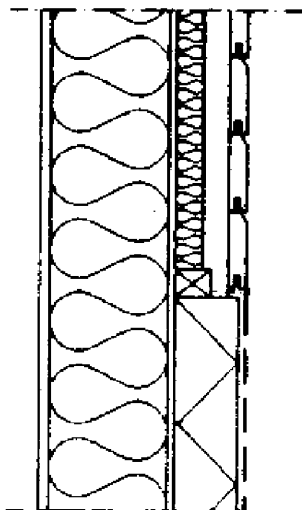
Figur 8. Fasad (mot väster) och sektion till två av punkthusen i Fjällbo Park, Wedefelt (2003).



Figur 9. Plan över våning 1-3 för punkthusen, Peab (2003).

8.2.1 Konstruktion och installationer

Punkthusens grund består av en pålad och underifrån värmeisolerad platta på mark. Värmeisoleringen består av expanderad cellplast. Under värmeisoleringen finns ett dränerande och kapillärbrytande skikt av makadam och under detta finns sedan en duk av geotextil som ska förhindra inblandning av finare material i makadamskiktet. Lägenhetsskiljande och bärande innerväggar är platsgjutna betongväggar medan huset bärs upp av stålpelare i ytterväggarna. Mellan pelarna finns utfackningsväggar vars stomme utgörs av träreglar. Mellan reglarna finns mineralullsisolering, utvändigt utegipsskivor och invändigt plastfolie och gipsskivor. På utegipsskivorna monteras 80 mm cellplast som putsas. Vid vissa fönsterpartier utgörs fasaden av panel. Se ytterväggens uppbyggnad i figur 10. Utfackningsväggarna är inte förtillverkade utan byggs på plats i husen.



Figur 10. Utfackningsväggarnas uppbyggnad med insidan åt vänster. Nedre delen från insidan: 13 mm gipsskiva, plastfolie, 145 mm mineralull/45x145 mm stående regler, 9 mm utegipsskiva, 80 mm cellplast och ytterst 10 mm puts. I de fall fasaden utgörs av panel (övre delen av figuren) är cellplast och puts utbytt mot 30 mm mineralull, 38 mm luftspalt och 22 mm panel. Vid anslutningen mellan träpanel och puts finns en plåt som skall leda ut vatten, Wedefelt (2004).

Innerväggar inom lägenheterna består av gipsskivor och stålregler. Bjälklagen är av typen plattbärlag (prefabricerade) med pågjutning av betong när installationer har dragits fram. Plastmatta limmas, efter avjämning, på betongplattan (gäller även platta på mark) medan en plastfolie läggs först om golvet utgörs av parkett. Taket består av fackverkstakstolar i trä, underlagstaket av fiberduk och taktäckningen av betongtakpannor. Innertaket under vindsbjälklagsisoleringen (mineralullsskiva och lösull) består av plastfolie, glespanel och dubbla lager gipsskivor. Se en del av takkonstruktionen i figur 20 nedan.

Stamledningar och andra installationsrör dras rakt vertikalt genom våningarna i husens mittersta delar. Detta är möjligt på grund av den genomgående lika planlösningen. Ventilationen utgörs av frånluft utan värmeåtervinning. I varje punkthus finns en undercentral för fjärrvärme och uppvärmningen sker med vattenradiatorer.

8.2.2 Arbetsätt och metoder för fuktsäkert byggande

För varje punkthus gäller att stommen byggs först, ända upp till översta våningen, enligt arbetsledare Sara Frölander. Därefter monteras takstolar och taket läggs. Ungefär vid samma tidpunkt börjar utfackningsväggar att byggas med början nerifrån. Mottot är att snabbt få huset ”skaltätt”, det vill säga att taket blir tätt och att utegipsskivorna på utfackningsväggarna blir monterade, liksom fönster. Innan taket är tätt monteras dock inte mineralullen, plastfolien mm i väggarna. Inredning monteras heller inte i detta skede. När huset är skaltätt börjar det att färdigställas huvudsakligen nerifrån.

Det är av stor vikt, enligt Frölander, att snabbt få huset skaltätt så att betongen kan torka ut. Dessutom skapas ett bra skydd mot vädret. Fläktar kan sättas igång för att värma huset och på så sätt påskynda uttorkningen av byggfukt. En annan fördel med att snabbt få huset tätt är att nödvändigheten av att använda avfuktare, som innebär en stor kostnad, minskar.

En konsult utför byggfuktprojektering för betongplattorna och kontrollerar sedan löpande RF innan avjämning och matt- eller golvläggning. RF-värdena bokförs. Innan mattan kan läggas eftersträvas ett RF på högst 90 %, i våtrum gäller 85 %. Om det inte finns tid för betongen att torka till 90 % RF läggs mattan utan limning - den fästs istället med golvlister (gäller ej våtrum). I de utrymmen parkett läggs (kök och vardagsrum) placeras under parketten en plastfolie och ett underlagsmaterial.

Det görs i och med byggfuktprojekteringen en noggrann planering så att olika delar gjuts vid rätt tidpunkt och med rätt betongkvalitet (ibland snabbtorkande betong) för att hinna torka ut. Exempelvis gjuts först kantbalken till platta på mark eftersom denna är tjockare och tar längre tid att torka ut. Kontroll av att fuktnivån inte är för hög i trävirket i ytterväggarna sker av arbetsledningen innan virket byggs in av gipsskivor m m. Även dessa värden bokförs.

I skarvarna mellan utegipsskivorna monteras profiler av styv plast som tätar väggen och som hindrar vatten att rinna in i skarvarna. Profilererna styvar också upp konstruktionen där inte träreglar finns bakom skarvarna. Vidare kan nämnas att allt byggnadsmaterial som lagras på byggarbetsplatsen täcks med presenning.

8.2.3 Reflektioner vid samtal och rundvandringar på byggarbetsplatsen

Ett antal reflektioner på negativa och positiva saker angående fuktsäkerheten har gjorts och dokumenterats under två besök på byggarbetsplatsen i augusti 2004. Reflektionerna har gjorts vid egen undersökning och samtal med arbetsledningen.

Positivt:

- Allt byggnadsmaterial som ligger lagrat på respektive upplag är täckt och skyddat för nederbörd.
- En risk hade uppmärksammats med att ändarna på reglarna i utfackningsväggarna kommer ”farligt” nära den polyetenfilt som är placerad under stålsylen som reglarna fästs i. Filten är normalt sett ett fuktskydd men den kan ändå bli våt, särskilt under produktionsskedet, och reglarna kan därmed komma i kontakt med, och absorbera, fukt. Stålsylen är inte tät utan perforerad med avlånga hål. Utifrån denna risk placeras distansbrickor av plast under regeländarna trots att inga ritningar visar detta, se figur 11 nedan. Detta är ett exempel på egna initiativ och engagemang från byggnadsarbetare och arbetsledning.
- Det är relativt vanligt att byggnadsarbetarna på eget initiativ övertäcker oskyddat material med plast. Ett exempel visas i figur 12.



Figur 11. Under reglarna i utfackningsväggarna placeras distansbrickor för att förhindra fuktupptagning. Under stålsyllen syns den polyetenfilt som normalt utgör fuktskydd. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.



Figur 12. Byggnadsarbetarna tar egna initiativ och täcker oskyddat material. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

- De raka vertikala vatten- och avloppsstamledningarna underlättar arbetsutförande, inspektion, felsökning och upptäckt av skada.
- Den genomgående lika och enkla planlösningen i våningarna gör att byggnadsarbetarna blir säkra på utförandet och inte behöver ställas inför nya frågor. Detta gör att kvaliteten och därmed fuktsäkerheten ökar.
- Husen har inga källare som kan bli utsatta för fukt och ge följdproblem. Grunden består i stället av platta på mark.
- Dagvattnet avleds från husen i ett relativt tidigt skede. Detta skyddar grunden från fukt. Även fasaden skyddas då inga fria stuprör släpper ut vatten intill huset.
- De prefabricerade plattbärlagen är tillverkade på fabrik och är således relativt torra. Detta är naturligtvis bra ur fuktsynpunkt.

- De vertikala, bjälklagsgenomgående installationsrören i bjälklagen gjuts in direkt i samband med pågjutningen av plattbärlagen vilket gör att inte vatten under produktionskedet sprids till underliggande våningar, se figur 13. Det är dessutom mer komplicerat och tidskrävande att göra detta senare. Denna metod kräver dock noggrann planering med installationsentreprenörerna.



Figur 13. Stamledningar för vatten, avlopp, värme m m gjuts in i bjälklaget direkt i samband med pågjutningen av plattbärlagen, istället för att först dras i öppna schakt. Detta hindrar under produktionskedet vatten att sprida sig till underliggande våningar. Fördelar med att de dras vertikalt och rakt är att inspektion, felsökning och upptäckt av skada när huset är färdigställt underlättas. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

- Husen har inga burspråk eller andra tveksamma konstruktioner som ökar antalet svåra skarvar och risker för fuktinträngning.

Negativt:

- Underlagstaket av märket Tyvek (duk av polyetenfibrer) punkteras på flera ställen under arbetet med takteggläggningen, som försvåras av att det inte finns något fast underlagstak av t ex råspont att gå på. Eftersom det är svårt att byta ut ett skadat segment görs ofta enkla och tveksamma lagningar, exempelvis med en sorts tejp (se figur 14). Dessa lösningar kan ge problem i framtiden, eftersom tejpens tätning och beständighet kanske inte är tillräcklig.



Figur 14. Underlagstaket av polyetenfibrer (den vita duken) skadas vid takläggningsarbetet. Skadorna lagas med tejp. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

- Det är på vissa ställen ett bristfälligt skydd mot nederbörd, inte minst slagregn. Speciellt gäller detta för utfackningsväggarna, där balkonginfästningarna i synnerhet är utsatta för nederbörd. Isoleringen av mineralull mellan balkongplattan (av betong) och bjälklag blir vid regn ofta genomblöt. Vattnet leds sedan vidare in och ner i väggarna och når ibland, efter att oftast runnit vid stålpelarna, ända ner till underliggande betongbjälklag (se figur 15). Orsaken till detta är bristfälligt skydd men också konstruktionen som sådan, som innebär att isoleringen vid balkonginfästningen är direkt utsatt för vädret så länge inte ett skyddande plåtbleck är monterat, se figurerna 16 och 19. En stor brist är alltså att plåtslagaren inte monterar plåten i ett tidigare skede. Läs mer om konstruktionen nedan. Den värst drabbade lägenheten finns på bottenvåningen i ett av punkthusen där cellplasten på utsidan redan är monterad. På grund av att plåtarbetet inte är gjort vid balkongerna rinner vatten via väggarna ända ner till golvet (platta på mark) i denna lägenhet. Detta syns tydligt och på något ställe har det bildats en vattensamling på betongplattan inne i lägenheten, se figur 17. På bottenvåningen i detta hus är de invändiga gipsskivorna redan monterade och spacklade. Denna vägg skulle enligt arbetsledningen saneras, d v s de invändiga gipsskivorna och isoleringen skulle monteras ner och väggen undersökas, så att inte fuktrelaterade skador uppstår.
- Endast en stor värmebläkt används i varje punkthus för uttorkning och uppvärmning under byggnationen. Denna är placerad centralt i bottenvåningen. Frågan är om denna har tillräcklig kapacitet för att tillräcklig uttorkning av byggfukt skall uppnås.



Figur 15. Regnvatten som kommer in främst vid balkongerna rinner in i väggen och ofta vidare ner till bjälklagen via ståpelarna. Här syns tydligt hur vatten har sugits upp i en träregel. Av bilden framgår att isolering och plastfolie är monterad. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.



Figur 16. Balkonginfästningen sedd ovanifrån under produktionsskedet. Isoleringen mellan balkong och bjälklag är utan skydd och därmed utsatt för väderpåverkan. De mörka partierna på betongen visar på att det nyligen har regnat. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.



Figur 17. I den värst drabbade lägenheten har det bildats en vattensamling till följd av att regnvatten runnit in i väggen och ner på betongplattan. Denna lägenhet ligger i bottenvåningen. Som syns på bilden är invändiga gipsskivor monterade. Dessa skulle monteras ner och väggen saneras. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

8.2.4 Analys av konstruktionsutformning

Erfarenheter från Fjällbo Park visar hur exempelvis konstruktionsutformning, materialval och utförande inverkar på fuktsäkerheten. Några delar av konstruktionen som kan vara särskilt utsatta för fukt analyseras nedan.

Utfackningsväggar

Om fukt byggs in i utfackningsväggarna kan detta leda till mögel och röta. Ingående material får därför inte ha för hög fuktnivå vid inbyggnad och fuktnivån får senare heller inte komma upp i skadliga nivåer. För trä, som är ett exempel på material i utfackningsväggar och som är särskilt känsligt för fukt, gäller att fuktkvoten inte bör överstiga ca 18 %, Samuelson & Wånggren (2002). Detta motsvaras av ca 75 % RF i omgivande luft. Trä som under lång tid utsätts för högre fuktkvot löper risk att få påväxt. Därför brukar kravet vara att uppmätt fuktkvot vid en kontroll skall ligga väl under nämnda värde.

Uppfuktning kan på flera sätt orsakas av klimatet/vädret under produktionsskedet om inte tillräckligt skydd finns. Utifrån detta måste det finnas ett gott skydd för materialen under hela byggprocessen och fuktkontroller måste göras. Olika faktorer kan påverka känsligheten hos materialen, trävirke påverkas t ex av hur det torkats efter sågning på sågverk. Känsliga material som en gång blivit uppfuktade kan bidra till en grogrund för fuktproblem. Som exempel kan nämnas att t ex trä som en gång blivit fuktigt lättare kan bli fuktigt igen. Trä som vid inbyggnad har viss påväxt av mögel och blånad är känsligt för förnyad uppfuktning. I Fjällbo Park byggs utfackningsväggar på plats och materialen utsätts därmed för väderpåverkan under en tid, bl a gällde detta trävirket innan vindskyddsskivorna, d v s utvändiga gipsskivor, är monterade, se figur 18.



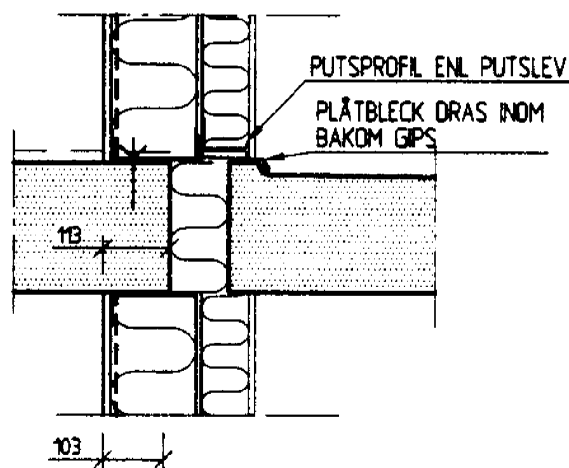
Figur 18. Trävirket i utfackningsväggarna utsätts för vädret så länge inte vindskyddsskivorna är monterade. Här syns hur regn har slagit in. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

Vindskyddsskivorna fungerar som skydd för väderpåverkan under produktionsskedet innan fasadskiktet har monterats. Detta gör att de under en tid utsätts för både vind och nederbörd. Enligt anvisningar för gipsskivor, utarbetade av Nordisk Gipsskiveförening (se bilaga 1), tål monterade utegipsskivor exponering för väder och vind under tre månader, Nordisk Gipsskiveförening (2001). Under gynnsamma förhållanden kan skivorna vara exponerade längre tid. I kraftigt slagregn utsatta lägen bör, enligt anvisningarna, kortare exponeringstid än tre månader väljas. En förutsättning för att anvisningarna skall gälla är att utegipsskivorna har möjlighet att torka när det inte regnar. Anvisningarna beskriver också andra åtgärder som bör vidtas om fuktkänsliga material, t ex träreglar, finns i konstruktionen. Ett exempel är att inte skära ut fasadöppningar i utegipsskivorna så länge inte känsligt material eller känsliga detaljer kan skyddas på annat sätt.

En av de största riskerna under produktionsskedet för vatteninträngning i utfackningsväggarna i Fjällbo Park finns, som tidigare nämnts, vid balkongerna. Dessa utgörs av utkragande betongplattor. Isoleringen av mineralull mellan balkong och bjälklag är placerad längre ut i väggen än utegipsskivorna, se figur 19. Så länge inte ett plåtbleck har monterats över denna isolering är den direkt utsatt för vädret. Om det regnar mot utegipsskivorna kan vatten rinna rakt ner i isoleringen och sedan vidare ta sig in i väggen, som kanske redan är fullisolerad och klädd med plastfolie. Då kan det vara svårt att se omfattningen av skadan och fukten får svårt att torka ut.

I ovan nämnda anvisningar för gipsskivor står det att ”vatten får inte rinna längs ytan på vindskyddsskivorna ner i delvis monterad fasad”. Det är alltså av yttersta vikt att plåtarbetet görs i ett tidigt skede då en balkongkonstruktion av denna typ används. Ett stort ansvar vilar på arbetsledningen, och andra som planerar, att plåtslagaren utför sitt arbete och plåtblecket kommer på plats i rätt tid. Detta måste även beaktas redan under projektering och planering. I Fjällbo Park gjordes plåtarbetet för sent, vilket arbetsledningen är medveten

om. Enligt arbetsledningen hinner dock oftast det mesta av fukten från nederbörd torka ut innan väggarna byggs igen. För åtminstone den värst drabbade väggen, som nämnts ovan, gällde dock att åtgärder skulle vidtas. På de flesta ställen i Fjällbo Park var fukten från väderpåverkan begränsad och koncentrerad till områdena vid balkongerna.



Figur 19. Konstruktionen vid balkonginfästningen. Till vänster syns bjälklaget och till höger den utkragande balkongen. Mellan dessa finns en isolering av mineralull. Så länge inte plåtblecket är monterat är isoleringen mycket utsatt för nederbörd, främst slagregn, Lejonthun (2004).

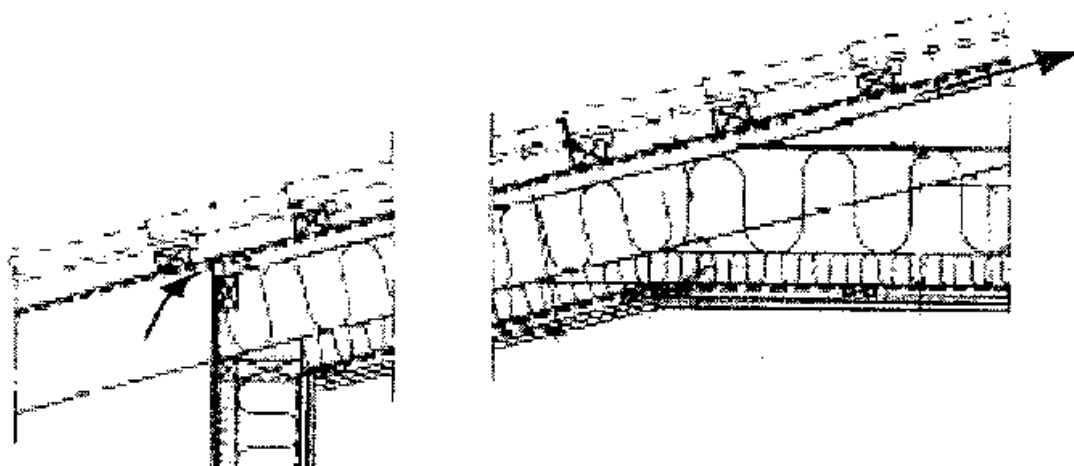
Underlagstaket

Underlagstaket utgörs av Du Pont Tyvek Supro Grid som är en slags fiberduk. Denna duk är diffusionsöppen och samtidigt vind- och vattentät. Vind och vatten hålls ute medan vattenånga fritt kan passera, Scandinova (2005). Materialet är sammansatt av flera skikt med olika väv som är baserat på polyeten och polypropen. Det uppfyller de krav som ställs för underlagstak t ex beträffande genomtrampningssäkerhet. I en rapport redovisas resultatet av en undersökning, utförd av Sveriges provnings- och forskningsinstitut, av oventilerat parallelltak med underlagstakprodukten Tyvek Pro, som liknar fiberduken som används i Fjällbo Park, Ekofiber (2005). I denna undersökning får Tyvek ett bra omdöme ur fuktsynpunkt, mycket beroende på att duken är diffusionsöppen så att fukt kan torka ut. Detta borde vara en fördel för fuktsituationen på vindarna i husen i Fjällbo Park, även om taken inte utgörs av parallelltak.

Några saker som bör beaktas vid användning av produkten tas också upp i rapporten, bl a nämns att materialet har vissa begränsningar vad gäller motståndskraft mot ultraviolett strålning. Därför rekommenderas att materialet inte exponeras för sol i mer än några månader. Produkten skall förpackas så att den inte utsätts för ultraviolett strålning under eventuell utomhuslagring. På grund av att materialet är så tunt nämns risken för att skador kan uppkomma vid kontakt med spetsiga föremål m m.

Rapporten förespråkar också att ett antal extraläcker placeras mellan fiberduken och bärläkten i varje takstolsfack, inte minst vid blåsning av lösfallnadsisolering direkt mot underlagstaket i slutna, oventilerade konstruktioner. Lufttrycket som uppkommer av blåsningen kan orsaka en utbuktning av fiberduken. Konsekvensen blir att utifrån kommande vatten riskerar att leta sig in vid skarvar och fästpunkter som hamnar i lågpunkter. Extraläcker gör att vatten förhindras att rinna mot takbjälkarna, då underlagstaket får en lutning från dessa. Samtidigt förhindras inte vattenavrinningen då underlagstaket trycks ned från bärläkten.

I Fjällbo Park utgörs takkonstruktionen av ventilerat sadeltak. Vid en begränsad sträcka längs ena långsidan (där den uppvärmda delen av vindsvåningen slutar) sprutas lösull in mellan takstolarna, parallellt med yttertaketets lutning. Detta sker på översta våningen där lägenheterna alltså får ett lutande innertak på en begränsad del, se figur 20. Mellan takstolarna sätts här en vindavledare som gör att en luftspalt bildas mellan denna och underlagstaket och som håller lösullen på plats. Det är med andra ord ingen risk att underlagstaket buktar till följd av sprutning av lösull. Enligt arbetsledare Sara Frölander måste, enligt instruktioner till den typ av underlagstak som används i Fjällbo Park, inga extra läcker användas mellan takstolarna så länge inte avstånden mellan dessa är över 1.2 meter. I de aktuella husen överskrids inte denna gräns. Om gränsen hade överskridits hade det varit nödvändigt att använda extraläcker för att bli säkerställa att vattenavrinningen fungerar korrekt.



Figur 20. Figuren visar takkonstruktionen där vindsvåningens tak angränsar mot yttertaket. Utifrån sett består yttertaket av betongpannor, bärläkt, fiberduk och takstolens överram. Isoleringen i vindbjälklaget består av lösull och en mineralullsskiva. Under isoleringen finns sedan plastfolie, glespanel och dubbla lager gipsskivor. I den del där vindsvåningen har lutande innertak, parallellt med yttertaket, bildas en luftspalt med hjälp av en vindavledare (se pilarna i figuren), Lejonthun (2004).

Grund och mellanbjälklag

Grunden på husen i Fjällbo Park är av typen platta på mark. Under betongplattan finns ett lager av expanderad cellplast och på betongplattan läggs, innan golvläggning, ett lager med avjämningsmassa. Enligt konstruktör Johan Lejonhun på Bengt Johansson & Co ingenjörbyrå, är den expanderade cellplasten med sin täthet och värmeisolerande förmåga tillräcklig för att skydda grundkonstruktionen mot markfukt underifrån, Lejonhun (2004). Således läggs ingen plastfolie på när golvmaterialet består av en plastmatta, utan denna limmas direkt på avjämningsmassan.

Enligt Lejonhun torkar nästan all byggfukt ut uppåt på grund av den underliggande cellplastens täthet. Därför är det viktigt att ge tid till uttorkning och göra fuktkontroller innan plastmattan limmas eller parkettgolvet läggs. Samma sak gäller för mellanbjälklagen där de prefabricerade plattbärlagen är så täta, på grund av den betong som använts vid tillverkningen, att de pågjutna betongplattorna mest torkar ut uppåt.

Enligt Frölander bedöms också avjämningsmassan som läggs på platta på mark vara så tät att fukt underifrån inte skall kunna ge några skadliga fuktnivåer. Mats Hermansson, platschef för Fjällbo Park, säger att betongen som används är så tät, mycket beroende på att den har ett lågt vct, att den inte suger åt sig regnvatten under produktionsskedet.

Ibland används snabbtorkande betong. Fördelar med denna är dess korta torktid och höga hållfasthet. Nackdelar är att den är dyrare och att det kan vara svårt att få fukten i mattlimmet att torka ut på grund av betongens höga täthet. Vidare har den något högre alkalitet i ytan. Dessa saker bör beaktas vid val av limningsmetod och golvmaterial. Hög fuktighet i kombination med den höga alkaliteten kan orsaka nedbrytning av såväl lim som plastmatta, Betongbanken (2004). Vidhäftningen till underlaget blir undermålig och emissioner av olika organiska ämnen härstammande från såväl lim som matta kan förekomma.

8.2.5 Kommentarer från olika parter

Byggprojektet i Fjällbo Park har ganska bestämda krav och delvis nya former för planeringen. Nedan beskriver ett antal representanter för olika inblandade parter hur de upplever detta och hur fuktsäkerheten beaktas.

Mats Hermansson säger att det är bra att från entreprenörsidan vara med i ett tidigt skede och samverka med andra inblandade, Hermansson (2004). En viktig del i samverkan är, enligt Peter H Stars på Monomeet, att beställaren kan få bra feedback om bästa materialval m m, Stars (2004). Monomeet är det konsultföretag som utförde byggfuktprojekteringen och utför mätningar av RF i betongplattorna i Fjällbo Park.

Stars anser att det är positivt om beställaren, som ofta vill att byggnationen ska gå snabbt, tidigt får kunskap om betydelsen av byggfuktprojektering och att viss tid måste ges för uttorkning av byggfukt. Byggfuktprojektering beställs idag mest av större entreprenörer. Mindre företag nöjer sig ofta med de anvisningar som konstruktören ger. Ofta är dessa baserade på antaganden och tidigare erfarenheter och kan ibland vara mycket felaktiga med fuktproblem som följd.

Stars säger vidare att för att kunna nå önskvärd nivå på RF i rätt tid är det bl a viktigt att använda byggfläktar och att föra dagbok över vädret under produktionsskedet. Om betongen t ex utsätts för slagregn och detta noteras i dagboken finns en förklaring till de förhöjda RF-nivåer som fås vid mätning. Regn gör att uttorkningen av vattnet från gjutningen avstannar en liten tid men om tät betong används tränger regnvattnet inte ner djupt i betongen och torkar därför ofta snabbt ut igen.

Johan Lejonhult på Bengt Johansson & Co ingenjörbyrå är handläggare för konstruktionsritningarna till Fjällbo Park. Han säger att en totalentreprenad, som Fjällbo Park projektet är, har den fördelen att konstruktören kan komma in tidigt i projekteringsskedet och framföra sina åsikter innan t ex vissa lösningar är fastlagda, Lejonhult (2004). Även entreprenören har tillfälle att ge sina synpunkter tidigt. Det är alltid bra att kunna arbeta tillsammans med entreprenören.

Vid projekteringen av Fjällbo Park har, enligt Lejonhult, inga sämre eller billigare material eller metoder än vanligt använts. För att få en kortare produktionstid är istället materialen ibland av en dyrare variant. Exempelvis är betongen ofta av typen snabbtorkande. Materialet till underlagstaket är något dyrare än till traditionellt underlagstak men tid sparas då vissa arbetsmoment försvinner.

Materialen och konstruktionslösningarna som används är alla beprövade och inte speciellt känsliga för fukt. Förutsättningen är dock att material och konstruktioner skyddas under lagring, transport och på byggarbetsplatsen. Problemet i Fjällbo Park med inläckande regnvatten vid balkonganslutningarna beror alltså mest på dåligt skydd och dålig planering. Lejonhult säger att konstruktionen vid balkongerna är vanligt förekommande.

Clas Dreijer på Abako Arkitektkontor AB är ansvarig för arkitekturritningarna till Fjällbo Park. Han säger att samverkan har fungerat mycket bra och de har fått mycket hjälp av Peab, särskilt när konceptet till Fjällbo Park skulle tas fram, Dreijer (2004). Abako har också själva fått ut mycket av samverkan. För övrigt är det ganska vanligt med samverkan vid större bostadsprojekt. Då är totalentreprenad den bästa formen att använda sig av. En viktig fördel med denna form är att totalentreprenören har en god överblick över tidplanen. Detta innebär att han kan göra en bra planering så att det kan ges tid till att upprätta bra och tillräckligt många ritningar. Enligt Dreijer förekommer det dock att det vid mindre projekt upprättas för lite ritningar eftersom

entreprenören anser att han redan vet hur det skall byggas. Generellt är det sämre ordning vid mindre projekt, t ex vid byggnation av ett tvåvåningshus.

För Fjällbo Parks del har själva projekteringen följt vanliga rutiner. Standardlösningar används för att upprätthålla fuktsäkerheten. Dreijer säger också att Abako använder sig av ett kvalitetssäkringssystem som bl a beaktar fuktsäkerheten. Personal finns på Abako som ansvarar för denna del i systemet. De strikta ekonomiska förutsättningarna har alltså inte inneburit val av t ex sämre material men de har satt vissa gränser. Ett exempel är att badrummen inte är helkaklade.

Förvaltnings AB Västerstaden kommer att förvalta de nya husen i Fjällbo Park. Martin Hag, ekonomichef hos Västerstaden, säger att de har varit med vid alla projekteringsmöten inför byggnationen, Hag (2004). De har fått säga sina åsikter under de strikta förutsättningarna med tanke på kostnader m m som gäller för projektet. Denna samverkan tycker de har fungerat mycket väl och vill gärna fortsätta i den riktningen i kommande projekt.

Generellt sett betalar gärna Västerstaden lite mer för att få en bra kvalitet, om kostnader ställs mot kvalitet. Givetvis eftersträvas ”bästa kvalitet till lägsta pris”. En önskan är att få kortare produktionstider, men medvetenheten finns också om att t ex betongen måste ges tid att torka ut.

8.2.6 Diskussion – Fjällbo Park

Fjällbo Park utmärker sig som ett ”ekonomibygge” och därmed är det viktigt att se över alla kostnader. Utifrån detta är det nödvändigt för alla parter att samverka över gränserna för att hitta bästa lösningen. För ett fuktsäkert byggande är samverkan redan i ett tidigt skede naturligtvis en stor fördel, då alla får säga sitt och frågor som kommer upp ofta kan lösas så att de inte senare orsakar problem och kostnader. För Fjällbo Parks del har samverkan fungerat mycket bra där alla parter är nöjda. Mer samverkan borde alltså bli praxis. Detta gynnar alla parter då de lär sig att använda lösningar som fungerar bra i framtiden. Totalentreprenad är den entreprenadform som fungerar bäst för en effektiv samverkan.

Ett mål i Fjällbo Park-projektet är att inte göra avkall på kvaliteten trots de strama ekonomiska ramarna. Detta borde även gälla fuktsäkerheten som totalt sett har en betydande inverkan på kvaliteten. En fördel för fuktsäkerheten i Fjällbo Park är den genomgående lika planlösningen på alla våningarna i punkthusen och den i övrigt ganska enkla utformningen av bl a fasader (som inte har t ex burspråk). Detta är något att tänka på inför framtida byggprojekt, då det även finns möjligheter att minska kostnaderna.

Konstruktionen är ganska traditionell men dock inte bekymmersfri. Som nämnts har underlagstaket, i form av en fiberduk, vissa svagheter. Frågan är därför om denna skall användas när det handlar om så stora takytor som vid flerbostadshus, i form av t ex punkthus. Vid mindre takytor kanske den är mer användbar, eftersom det då inte finns ett lika stort behov av att kunna gå på underlagstaket (avstånden är kortare).

Vad gäller utfackningsväggarna så är det ytterst viktigt att de skyddas mot vädret. Materialet måste skyddas även innan det används. En nackdel med att platsbygga utfackningsväggarna är utsattheten för vädret. Om bättre skydd hade funnits i Fjällbo Park, t ex genom inklädda byggställningar, hade utfackningsväggarna, och även andra byggnadsdelar, skyddats bättre för vädret. Bland fördelarna med platsbyggande kan nämnas att det är lätt att upptäcka fukt (innan isoleringen kommit på plats) och att det är lättare att skydda de enskilda materialen (vid sina upplag) till väggarna än att skydda färdiga element som kommer till platsen.

Skydd av balkongkonstruktionen måste få större prioritet om denna typ av konstruktion skall användas. Har mycket vatten kommit in i väggarna via denna konstruktion och uppfuktning av bl a virke skett så finns en viss ökad risk för framtida problem med fuktskador, framförallt om virket åter skulle bli fuktigt. Om planeringen hade varit bättre, och plåtarbetet därmed hade gjorts tidigare, hade mycket tid och arbete sparats. Då hade inga väggpartier behövt saneras och eventuella risker för fuktskador hade minskat.

Skadorna kunde ha blivit ännu mer omfattande om golvet hade varit lagt och vatten trängt in under golvmaterialet. Om det inte är möjligt att planera för att plåtslagaren monterar de detaljer som skyddar den utsatta isoleringen vid balkongen tidigare, så är en tänkbar lösning att entreprenören skaffar sig kunskap och utför denna del av plåtarbetet själv. Naturligtvis måste då någon form av avtal med plåtslagaren upprättas.

För att inte överskrida de beräknade kostnaderna är det viktigt att hålla tidplanen. Ofta är det svårt att förena korta produktionstider och fuktsäkerhet, då fukt inte hinner torka ut i tillräcklig omfattning. Fjällbo Park har i detta avseende goda förutsättningar eftersom produktionstiden är tillräcklig och fuktnivån kontrolleras och hålls på rimliga nivåer. Byggfuktprojektering som utförs av sakkunnig är en förutsättning vid större entreprenader, som Fjällbo Park, för att uppnå en god fuktsäkerhet. Användningen av snabbtorkande betong är också en stor fördel på grund av sin täthet och förmåga att binda mycket vatten.

För grundkonstruktionens del är det särskilt viktigt att betongplattan får torka ut innan avjämningsmassan appliceras. Detta på grund av att både avjämningsmassan och underliggande cellplast är relativt täta, enligt arbetsledare och konstruktör.

En tveksamhet finns angående metoden att inte limma mattan mot betongen, utan endast fästa den med golvlisterna om inte en tillräckligt låg fuktnivå kan erhållas i rimlig tid. Frågan är hur överskottsfukten nu kan torka ut efter att mattan kommit på plats. Detta borde kontrolleras mer och helst borde betongen ges längre tid att torka ut. Ofta är det limmet som orsakar problem, så om mattan ändå måste läggas innan önskad fuktnivå erhållits är det naturligtvis bäst att inte använda lim.

Metoden som används i Fjällbo Park och som innebär att stomme och tak byggs först är att föredra, då ett bra regnskydd skapas för den fortsatta produktionen. Likaså är det bra att sedan snabbt få byggnaden skaltät så att uttorkning av byggfukt kan börja och ytterligare väderskydd skapas.

Flera exempel på egna initiativ från byggnadsarbetarna finns i Fjällbo Park. Arbetsledningen uttrycker vikten av att byggnadsarbetarna själva är engagerade och känner ansvar för att det de bygger får en hög kvalitet. Detta är viktigt, inte minst när det gäller fuktsäkerhet. Att ta vara på praktiska lösningar som bygger på erfarenhet är av mycket stor betydelse. Det är alltid byggnadsarbetarna som ytterst står för utförandet och ser hur olika lösningar fungerar i praktiken.

8.3 Clinical Research Centre, Malmö

Peab bygger under 2004-05 Clinical Research Centre (CRC) vid Universitetssjukhuset i Malmö. Lokalerna, som ska inrymma restaurang, bibliotek, hörsal m m, ska främst användas för forskning och undervisning. Byggprojektet utförs som en generalentreprenad och omfattar i huvudsak tre huskroppar i flera våningar samt en entrédel. Byggherre är Regionfastigheter i Region Skåne. Detta examensarbete berör i första hand nybyggnation av flerbostadshus, men eftersom CRC principiellt byggs på samma sätt som bostäder valdes ändå att studera detta projekt. Uppgifterna nedan bygger på information från besök på byggarbetsplatsen i september 2004 och samtal med arbetsledare Torbjörn Kiendl (2004).

8.3.1 Konstruktion och metod

Grunden utgörs på en del ställen av platta på mark och på andra av en källarkonstruktion i betong. I vissa fall är grundplattan ca 600 mm tjock. Bärande väggar är sk skalväggar som för det mesta har en totaltjocklek av 400 mm. Skalväggarna består av två yttre bärande betongskal, vardera 60-70 mm tjocka. Skalen hålls samman av armering som löper tvärs igenom hålrummet som bildas. Denna konstruktion levereras prefabricerad till byggarbetsplatsen. Hålrummet fylls med betong när konstruktionen har kommit på plats. Där inte bärande skalväggar finns bärs byggnaderna upp av stålpelare och stålbalkar. Bjälklagen utgörs av prefabricerade plattbärlag, ofta 50 mm tjocka, och en pågjutning av ca 250 mm betong. Pågjutningen görs när installationer har dragits fram.

De ytterväggar som inte är bärande är av typen utfackningsväggar. De levereras prefabricerade och består av en lättbetongkonstruktion med cellplast. Utsidan putsas på byggarbetsplatsen och bildar således fasaden. Fönster monteras när väggarna kommit på plats i byggnaderna. Även bärande ytterväggar putsas efter att skalkonstruktionen har kompletterats med en putsbärare. Takkonstruktionen består av en betongplatta som ovanpå kläs med cellplast och papp. Cellplasten bildar fall ut mot den sarg som finns längs ytterkanterna. Avvattningen sker alltså vid sargen.

Uppförandet sker i princip enligt Malmö-metoden. Först byggs bärande väggar och bjälklag ända upp till taket. Därefter börjar utfackningsväggar monteras uppifrån och taket färdigställas. Byggnaden färdigställs sedan successivt med början uppifrån.

8.3.2 Arbetsätt och åtgärder för fuktsäkert byggande

För att kontrollera att betongen torkar ut tillräckligt innan mattläggning sker har en konsult gjort en byggfuktprojektering. Detta för att välja rätt betongkvalitet på olika delar så att gränsen för RF kan nå till den för mattläggning utsatt tid. Konsulten provborrar och mäter fukttinnehållet i betongen och sköter även all dokumentation. Uttorkningen antas börja då aktuell del av huskropparna är skaltät, vilket innebär att bl a utfackningsväggar och fönster är monterade.

Där en relativt snabb uttorkning av betongen krävs väljs en betongkvalitet med lågt vct. Lågst vct har betongen på översta planet eftersom byggnaden färdigställs uppifrån. Översta planet är mest kritiskt då arbetet kan hindras om t ex inte betongen torkat tillräckligt. I de fall grunden utgörs av källare har ett tätt fuktskydd använts som omsluter och skyddar hela konstruktionen. Källaren kommer att befinna sig under grundvattennivån.

Det ställs krav på leverantörer avseende fukt även om t ex utfackningsväggarna inte är lika känsliga för fukt som motsvarande väggar med trästomme. Det finns ingen checklista för fuktsäkerhet och byggnadsarbetarna har ingen speciell utbildning angående detta. Det finns ändå vissa regler, exempelvis krav på att material skall täckas vid lagring. För det mesta levereras dock material direkt för montering så att lagring inte behöver ske. För övrigt kan nämnas att CRC är en generalentreprenad men Peab har ändå fått ge mycket av sina synpunkter under planeringen av projektet.

8.3.3 Reflektioner vid rundvandring på byggarbetsplatsen

Vid besöket är projektet i ett så tidigt skede att ingen våning ännu är skaltät och det finns inget material exponerat i byggnaden som på kort sikt kan ta skada av väderpåverkan. Överlag upplevs byggarbetsplatsen som torr och välordnad. Inget känsligt material lagras oskyddat.

Ett konkret exempel på skydd mot nederbörd är att på översta plan i en av huskropparna har en stor ljusbrunn, som löper genom flera bjälklag, övertäckts. Byggnadsarbetarna har byggt ett provisoriskt pulpettak av en presenning och en tillfällig avvattningsanordning av trävirke och plast. Regnvattnet leds vidare via ett rör till en golvbrunn, se figur 21.

En stor värmeblåst blåser luft i källaren i en av huskropparna för att påskynda uttorkningen. Från fläkten löper stora slangar som leder luften till olika utrymmen så att luften fördelades bättre.



Figur 21. Tillfällig lösning för skydd mot nederbörd över en ljusbrunn. Regnvattnet leds till en golvbrunn. Foto: Marcus Stjernedal, september, 2004.

8.4 Solfångaren, Brunns hög, Lund

Peab bygger, med början sommaren 2004, flerbostadshus i Brunns hög i Lund. Kvarteret kommer att heta Solfångaren. Totalt skall det byggas 250 lägenheter i åtta punkthus som har fem alternativt sex våningar. Lägenheterna är bostads- och hyresrätter på 2-4 rum och kök. För att få ner kostnaderna är planlösningen ofta lika på alla våningar, vilket också underlättar produktionen.

Det finns inglasade skugggalleriangångar längs vissa ytterväggar och inredningen är av ganska hög standard. Uppvärmning av husen sker med fjärrvärme. Projektet är en totalentreprenad och bedrivs i ett samarbete mellan Peab och dess dotterbolag Brinova Fastigheter AB. Ett besök ägde rum på byggarbetsplatsen i september 2004 då två av husen var under produktion (se ett av husen i figur 22). Samtidigt byggdes källargrunden till ett tredje hus. Detta avsnitt grundas på besöket och samtal med arbetsledare Mathias Persson (2004).



Figur 22. Ett av husen under produktion i Brunshög, Lund. Framför huset syns uppställda prefabricerade utfackningsväggar som senare skall monteras. Foto: Marcus Stjernedal, september, 2004.

8.4.1 Konstruktion och metod

Bärande väggar, inklusive källarväggar, utgörs av skalväggar i betong liknande dem som används vid CRC i Malmö. Två bärande betongskal hålls ihop av armering och bildar element som levereras prefabricerade. Mellanrummet mellan skalen fylls med betong när skalelementet har placerats på den plats väggen ska stå. På de bärande väggarna vilar bjälklag i form av plattbärlag som pågjuts med betong.

Ytterväggar som inte är bärande levereras som delvis förtillverkade utfackningsväggar. Dessa väggar har en träregelstomme, förutom syll och hammarband som är av stål, som vid leverans är klädd på utsidan med vindsyddsskivor av minerit. Mineralull, plastfolie och invändiga gipsskivor monteras när utfackningsväggarna kommit på plats i huset och torkat ut. På mineritskivan monteras en putsskiva av mineralull som sedan putsas. På vissa ställen ersätts puts och putsskiva av en träpanel. Bärande ytterväggar kläs utvändigt med cellplast som putsas. Taket, som är ett papptak, bärs upp av en träkonstruktion som är uppstolpad på översta bjälklaget.

Metoden som används för uppförandet av byggnaderna skiljer sig relativt mycket från Malmö-metoden. Här byggs stommen parallellt med att utfackningsväggarna monteras. Taket byggs inte förrän översta våningen är nådd. En anledning till att denna metod används är att det är svårt att montera de prefabricerade utfackningsväggarna i efterhand, när byggställningar m m har placerats på utsidan av byggnaden. Vid ett liknande projekt i Svedala byggdes utfackningsväggarna på plats i huset, vilket innebar att detta kunde göras med början uppförandet.

8.4.2 Arbetssätt och åtgärder för fuktsäkert byggande

Gipsskivor som skall monteras invändigt köps inplastat och placeras direkt i lägenheterna. Trä som lagras på byggarbetsplatsen täcks över med presenning. Mineralullen lagras torrt och varmt i husen eftersom den, enligt Persson, kan vara känslig även om den är inplastad, se figur 23. En konsultfirma har gjort en byggfuktprojektering för att säkerställa att betongen torkar tillräckligt

innan mattläggning sker. Denna firma kontrollerar också att RF verkligen har kommit ner till förväntad nivå. Det ställs krav på materialleverantörer med hänsyn till fukt och Peab gör själv mätningar i träreglarna på utfackningsväggarna innan de isoleras och färdigställs.



Figur 23. Mineralull lagras torrt och varmt i husen. Foto: Marcus Stjernedal, september, 2004.

De skarvar mellan mineritskivor som inte är understödda av regler förses med tätande horisontella och vertikala foglistor av PVC-plast. De horisontella är även vattenavledande, Tepro (2004). Den horisontella skarv som bildas mellan två utfackningsväggar, vid bjälklaget, skyddas snabbt efter väggmonteringen av en täckplatta av minerit för att förhindra att det regnar in. Längst ner på varje utfackningsväggelement, mellan träregelverk/stålsyll och mineritskivan, sätts vid tillverkningen en vattenavvisande papprensa som skall hindra vatten att ta sig in i väggkonstruktionen när utfackningsväggarna är monterade, se figur 24. Pappens fria ände placeras utåt, vid montering av väggarna, så att vatten som t ex vid regn rinner på utsidan av mineritskivan leds bort från skarven och väggkonstruktionen.



Figur 24. Vattenavvisande papp i nedre kanten på utfackningsväggar skyddar underliggande konstruktion. Foto: Marcus Stjernedal, september, 2004.

Liksom i Fjällbo Park används distansbrickor under träreglarna i utfackningsväggarna. Detta för att inte reglarna skall komma för nära betongen och suga åt sig vatten vid stålsylen.

8.4.3 Reflektioner vid samtal och rundvandring på byggarbetsplatsen

Till följd av att stomme byggs och utfackningsväggar monteras parallellt så får ofta utfackningsväggarna stå utan väderskydd under en natt. Påföljande dag monteras ovanliggande plattbärlag som skyddar väggarna. Ambitionen hos byggnadsarbetarna när det gäller att beakta fuktsäkerheten är mycket varierande enligt Persson. Trävirke skall täckas med presenning vid lagring men täckningen kan ibland vara slarvigt utförd.

Utfackningsväggarna får viss täckning av tillverkaren, innan de levereras till byggarbetsplatsen, men den är ofta inte tillräcklig. I figur 25 visas ett exempel på en bristfälligt väderskyddad utfackningsvägg. Den har fått viss täckning av tillverkaren och står nu ute på byggarbetsplatsen för att senare (tidigast nästa dag) monteras i ett av husen. Just denna vägg skall monteras på vinden där även syllen, till skillnad från andra utfackningsväggar, utgörs av trä.

Om transporten av utfackningsväggar till byggarbetsplatsen sker på öppet lastbilsflak finns det risk för att väggarna blir blöta redan i detta skede, om de inte täcks ytterligare. Om virket verkar vara torrt i utfackningsväggarna då väggarna skall förses med mineralull, plastfolie och invändiga gipsskivor, slarvas det ibland med fuktkontrollen.



Figur 25. En bristfälligt väderskyddad utfackningsvägg som står uppställd på byggarbetsplatsen. Foto: Marcus Stjernedal, september, 2004.

Liksom i Fjällbo Park är infästningen av balkongen i bjälklaget en känslig del för nederbörd. En del av mineralullen mellan balkong och bjälklag skyddas inte så länge inte plåtar och andra material som täcker isoleringen är monterade, se figur 26. Här utgör dock pappremsan längst ner på utfackningsväggarna i vissa fall ett ganska gott skydd för mineralullen.



Figur 26. Oskyddad mineralull mellan bjälklag och balkong. Foto: Daniel Johansson, september, 2004.

Under sommaren 2004 då det regnade mycket uppstod vissa fuktrelaterade problem i Brunns hög. Till en början utgjordes vindsyddsskivorna på utfackningsväggarna av utegipsskivor, men enligt Persson tål dessa inte hur mycket vatten som helst. Därför fick utegipsskivorna monteras ner och i

fortsättningen användes istället vindskyddsskivor av minerit som är tåligare mot fukt.

Vidare menar Persson att det kan uppstå problem, relaterade till fukt, med vissa konstruktionslösningar. Ett exempel är att spalten bakom en fasadtegelmur, som bl a skall leda ut eventuellt inträngande vatten, vid slarvigt utfört murarbete kan sättas igen av bruk som därmed hindrar vatten att ledas ut. Han anser vidare att totalentreprenad är den bästa entreprenadformen. Då har entreprenören stor möjlighet att själv hitta, efter sin kunskap och erfarenhet, de bästa lösningarna på olika frågeställningar, däribland sådana som berör fukt. Platschef och arbetsledare har störst ansvar för att arbetet på byggarbetsplatsen verkligen sker fuktsäkert.

9 Entreprenörens verktyg för fuktsäkerhet under produktionsskedet

Detta arbete riktar sig främst till entreprenörens beaktande av fuktsäkerhet. I detta kapitel beskrivs några användbara hjälpmedel som entreprenören kan använda, utöver exempelvis byggfuktprojektering, för att effektivisera fuktsäkerhetsarbetet under produktionsskedet.

Samarbetsprojektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen”, som presenteras bl a i kapitel 6, skall resultera i ett slags verktyg för entreprenören och andra aktörer. I samarbetsprojektet nämns bl a att en checklista kan vara en del av detta hjälpmedel för entreprenören att upprätthålla fuktsäkerheten. Utbudet av checklistor väl anpassade efter entreprenörens behov är idag begränsat.

Vidare har varje entreprenör också i regel sina egna framarbetade rutiner och erfarenheter för att motverka fuktpåverkan, även om dessa inte alltid finns dokumenterade. Önskemål finns från Peab om en sammanställning av dessa.

9.1 Entreprenörens interna rutiner

I detta arbete är definitionen av ”rutin” en medvetet inlagd åtgärd för att förebygga fuktproblem. De flesta större byggföretagen har ofta interna metoder/rutiner som används inom respektive företag. Dessa är ofta resultatet av utvecklingsarbete och forskning som företagen deltagit i. Det förekommer också att olika fuktförebyggande åtgärder prövas under en tid i byggverksamheten för att sedan utvärderas. Ett exempel är JM:s hall som nämns i kapitel 8.

9.1.1 Peabs önskemål om dokumentation

Ett problem inom Peab idag är att rutiner och erfarenheter skiljer sig åt mellan arbetsplatserna inom företaget. På grund av beställarnas önskemål och ständig förändring av byggnadsutformning är det dessutom svårt att förfina rutiner och tekniska åtgärder för en viss typ av byggnad.

Peabs byggarbetsplatser kan liknas vid ”fabriker” som efter beställarens krav bygger en produkt. Fabrikerna monteras därefter ner, underentreprenörer, platschefer och byggnadsarbetare anlitas till andra projekt på nya arbetsplatser, varpå fabrikerna återigen byggs upp, Johnsson (2004). Det är dock oftast inte samma uppsättning av människor som sedan verkar på den nya arbetsplatsen. Inte minst varierar ofta underentreprenörerna.

Peabs önskemål är att väl fungerande rutiner som finns på olika geografiska platser skall dokumenteras och bilda en gemensam grund för fuktsäkert byggande på alla Peabs arbetsplatser. Peab har idag ingen sådan dokumentation, Östberg (2004).

9.2 Checklista

9.2.1 Utformning av tillgängliga checklistor

De checklistor som finns tillgängliga idag varierar i både utförande och detaljering. De flesta checklistor är indelade i problemkategorier och behandlar vanligt förekommande problem i vissa sorters konstruktioner, markförhållanden och klimatzoner. Listorna är ofta särskilt ämnade för projekteringskedet eftersom de flesta konstruktionslösningarna görs i detta skede, och det är oftast för sent att ändra eller lägga till detaljer under produktionsskedet. Projektören ger grundförutsättningarna för entreprenörens kvalitetskontroll genom att uppmärksamma entreprenören på eventuella riskkonstruktioner eller andra speciella förhållanden som måste beaktas under produktionsskedet, exempelvis förvaring av känsligt byggnadsmaterial.

Checklistans utformning varierar med detaljnivån. En generell lista behandlar övergripande problem medan en detaljerad lista belyser specifika problem. Detaljerade listor som passar alla projekt är i stort sett omöjliga att konstruera då metoder, material, och teknik skiljer sig mellan varje byggprojekt. Ett exempel på hur en generell checklista kan utformas anges nedan i figur 27.

 ©Eva Harderup Avd Byggnadsfysik LTH LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA Lunds universitet				TAKKONSTRUKTIONER NORMAL FUKTBELASTNING NEDERBÖRD
	Godkänd	Varför	Bilaga	
6. Snösmältning				
7. Träd i omgivningen				
8. Försänkta rännalar				
9. Bräddavlopp				
10. Söndriga takplattor				
11. Placering av trä				

Figur 27: Generell checklista för takkonstruktioner, Harderup (1998)

9.2.2 Behov av lättanvända checklistor

Enligt Anders Johnsson, kvalitetschef på Peab i Göteborg, är det viktigt hur checklistans utformning ser ut. Problem kan uppstå om listans innehåll anses som ”för” generellt, självklart, eller rentav onödigt. Om punkterna i checklistan å andra sidan är mycket detaljerade finns möjligheten att aktören ”enkelspårigt” checkar av punkterna utan att beakta andra vanliga förekommande problem som inte finns med på listan. För att undvika detta problem bör listan utformas så att aktören kan berikas med nyttig information som helst är anpassad till den aktuella konstruktionen eller arbetsuppgiften.

Byggbranschen är enligt Johnsson i behov av ”intressanta” checklistor - d v s listor som inte bara utgör ett viktigt verktyg för fuktsäkert byggande, utan dessutom är enkla att använda. I dagens läge inriktas fokus i allmänhet på att tillverka checklistor för projekteringsskedet. Baserat på intervjuer med platschefer och arbetsledare inom Peab har det framkommit att behov av liknande hjälpmedel även finns för entreprenören, i produktionsskedet.

10 Resultat

10.1 Rutiner

Rutinsammanställningen som presenteras nedan (bilaga 1) ska fungera som ett hjälpmedel för entreprenören genom att övergripande beskriva rekommenderade förebyggande rutiner. Dessa skall reducera fuktrelaterade problem som har uppmärksammats under detta arbetes gång.

Rutinsammanställningen ska också fungera som ett slags komplement till checklistan som beskrivs nedan. För att bäst utnyttja sammanställningen bör den användas parallellt med checklistan. Till höger i sammanställningen finns hänvisningar till checklistan.

Rutinsammanställningen är ämnad att vara relativt övergripande medan checklistan tar upp mer detaljerade åtgärder för produktionskedet. Tanken är att sammanställningen löpande ska uppdateras allteftersom nya rutiner utarbetas, nya metoder tas fram, nya material används etc.

En del av de rutiner som nämns i sammanställningen är sådana som används idag på Peabs arbetsplatser. Andra har uppkommit som ett resultat av de iakttagelser som gjorts under fältundersökningar och andra granskningar i litteratur av olika slag. Sammanställningen skall bidra till att sprida väl fungerande rutiner till alla delar inom Peab som är involverade i entreprenader av flerbostadshus. Då Peabs entreprenader ofta är totalentreprenader bör sammanställningen även komma projektörer och andra berörda till del.

10.2 Checklista

Den checklista som är framtagen i detta arbete (se bilaga 3) är baserad på litteraturstudier och fältundersökningar som har gjorts under arbetets gång. Punkterna i checklisten tar mest upp praktiska saker och bör i första hand användas av platschef och/eller arbetsledare i produktionsskedet. Punkterna åtföljs av fyra kolumner där punkterna stäms av allteftersom de blir behandlade: godkänt, ej godkänt, åtgärd och signatur. En utbyggnad av listan med fler kolumner som hänvisar till bl a ansvarig person, detaljerade anvisningar eller dokument kan göras efter behov. Listan, som presenteras som ett Excelprogram, underlättar avstämningen av godkända/ej godkända punkter genom att summera valfri kategori i en listfunktion. Denna funktion väljs genom att klicka på ”Data” och ”Filter/autofilter” på Excels verktygsfält (toolbar). Genom att kryssa/markera punkterna i listan sorteras punkterna som godkända/ej godkända och kan lätt åskådliggöras samt skrivas ut. Checklisten ersätter inte de fuktsäkringsåtgärder som används idag, utan är tänkt att användas som ett komplement till dessa.

Checklisten är främst anpassad för totalentreprenader och bör användas parallellt med rutinsammanställningen. Den ska mer ses som ett förslag än ett färdigt dokument. Meningen är att den, i likhet med rutinerna, ska ändras, uppdateras och kompletteras allteftersom nya fuktrelaterade saker uppmärksammas, nya metoder introduceras hos byggföretagen o s v. Den ska också ändras om brukarna finner brister i den som t ex gör att den är svår att använda. Ändringar och/eller preciseringar, förtydliganden m m bör således göras i samverkan med platschefer och arbetsledare.

11 Diskussion och slutsatser

11.1 Kunskapssituationen idag

Detta arbete belyser många bakomliggande orsaker till fuktskadors uppkomst vid nybyggnation. Orsakerna härstammar inte enbart från produktionsskedet, utan också från projekteringsskedet. I arbetet har det från arkitekters sida framkommit önskemål om en databas över rekommenderade byggnadsmaterial för att kunna välja ur fuktsynpunkt lämpliga material. Problematiken med denna idé är att ett enskilt material kan ha goda egenskaper, men samtidigt fungera sämre i kombination med andra material. Vidare kan ett bra material som är felplacerat i en konstruktion ge ett negativt resultat. Istället föreslås en bättre samverkan mellan arkitekt och konstruktör, eller annan sakkunnig, som besitter kompetens inom fuktsäkerhetsområdet.

Kunskapsläget inom fuktforskningen i Sverige är idag god. Detta tack vare att bl a högskolor och universitet prioriterar detta område. Ett exempel där mycket forskning pågår är Fuktcentrum, som är en avdelning inom Lunds tekniska högskola. Trots detta har kunskapen svårt att nå ut till byggbranschen – fortfarande används ibland t ex tveksamma byggnadsmaterial. Anledningen till detta kan det spekuleras om. En anledning kan vara att byggföretagen i strävan efter lägre kostnader väljer billigare material. I detta arbete har utfackningsväggen, som idag är mycket vanlig i byggbranschen, haft en central roll.

11.2 Utfackningsväggar

Denna typ av väggkonstruktion är ett relativt billigt alternativ. Den är lätthanterlig och smidig att montera. Dess största nackdel är dock fukt känsligheten, främst under produktionsskedet. Bristfälligt skydd under detta skede kan få förödande konsekvenser, som i fallet Hammarby Sjöstad. Detta arbete visar vikten av ett fullgott skydd under hela produktionsskedet. Väggen bör levereras oisolerad för att lättare kunna kontrollera inläckage av nederbörd. Den idealiska lösningen är att väggen levereras för direkt montering i byggnaden utan lagring. Erfarenheter från Fjällbo Park visar betydelsen av att skarvar snabbt täcks/skyddas så att ett gott väderskydd erhålls.

Innan ett mot nederbörd tätt skikt har upprättats, d v s vindskyddsskivor är monterade och alla skarvar säkrade, bör byggställningarna vara intäckta med en väderbeständig duk som skyddar mot nederbörd. Förslagsvis behöver inte hela byggnaden skyddas samtidigt, utan duken placeras där den bäst behövs och flyttas allteftersom väggarna blir säkrade för inläckage från nederbörd. Sammanfattningsvis är rätt hanterade utfackningsväggar ett bra alternativ.

11.3 Olika metoder att uppföra en byggnad

I arbetet har olika koncept på vilket sätt byggnader uppförs presenterats. På Peab i Malmö används den så kallade Malmö-metoden. Denna metod innebär i stora drag att stommen byggs först, ända upp till översta våningen, varefter taket färdigställs. Utfackningsväggarna, som levereras isolerade, monteras därefter med början från översta våningen. Malmö-metoden har bl a följande fördelar:

- Taket utgör ett väderskydd för utfackningsväggar och övrig fortsatt byggnation.
- Utfackningsväggarna skyddas bra, framför allt ovansidan, då monteringen av dessa sker från översta våningen och neråt. Vidare minskar risken för att t ex stående vatten på bjälklag rinner in i väggarna då ovanliggande våningar redan är skyddade från t ex slagregn.
- Behovet av t ex väderskyddande plastintäckning av byggställningar minskar, vilket innebär en kostnadsbesparing.
- Material får bra skydd då det lyfts in under tak direkt i byggnaden, utan lagring utomhus.

Några nackdelar:

- Störningar i leveranser, t ex förseningar, kan skapa problem då det är viktigt att material levereras i rätt tid för att lyftas in i byggnaden och i princip monteras direkt.
- Vissa kostnadsökningar uppkommer för snabbtorkande betong och inköp av extra torrt virke.
- Utfackningsväggen som levereras isolerad kräver extra försiktighet beträffande skydd mot nederbörd under montering.

Fjällbo Park skiljer sig från Malmö-metoden bl a genom att utfackningsväggarna platsbyggs med start nerifrån. Detta ger ett sämre väderskydd. I Brunnsög, Lund, uppförs stomme och utfackningsväggar parallellt nerifrån varefter taket monteras sist. Utfackningsväggarna är ofta exponerade för vädret så länge inte ovanliggande plattbärlag monteras och bildar ett visst skydd. Totalt sett blir skyddet sämre med detta koncept jämfört med Malmö-metoden. Tilläggs kan också att täckningen av lagrat material utomhus kunde ha varit bättre i Brunnsög. Det borde ha ställts större krav på leverantören att bättre täcka de prefabricerade utfackningsväggarna. På den positiva sidan kan nämnas det goda och snabba skyddet för skarvarna mellan utfackningsväggarna. Om de ovan nämnda koncepten ställs mot varandra förefaller Malmö-metoden vara den mest fördelaktiga. Problemet med att hanteringen av byggställningar utgör ett hinder för att börja med montering av utfackningsväggar uppifrån har lösts av dem som använder Malmö-metoden. Denna lösning borde spridas vidare.

11.4 Ansvar och organisation

Det råder en viss oklarhet om ansvarsfördelning och organisation för fuktsäkerhet vid ett byggprojekt. Ofta litar byggherren på att byggprojektet utförs på ett fuktmässigt säkert sätt, trots att denne har det yttersta ansvaret enligt lag. För att underlätta för byggherren, som ofta saknar kompetens inom detta område, borde myndigheterna ställa större krav på de av byggherren anlidade aktörerna. Ett positivt initiativ är samarbetsprojektet ”Fuktsäkerhet i byggprocessen” som ska verka som ett redskap för byggherren att verifiera fuktsäkert byggande. Ett syfte med projektet är att fördela ansvaret för fuktsäkerheten mellan alla aktörer. Förhoppningsvis leder detta samarbetsprojekt till ett ökat utrymme för fuktfrågor och bättre organisation för dessa.

Förhoppningen är att en bättre organisation också leder till att byggarbetsplatserna hålls rena och torra. En förutsättning för att åstadkomma ur fuktsäkerhetssynpunkt väl fungerande byggarbetsplatser är att även den enskilde byggnadsarbetaren får kunskap om och känner ansvar för fuktsäkerheten.

Vidare påverkar entreprenadformen hur väl fuktfrågorna beaktas. Vid de intervjuer och besök som gjorts under arbetets gång har totalentreprenad ofta framställts som den bästa entreprenadformen. Ur fuktsäkerhetssynpunkt borde denna entreprenadform också vara gynnsam. Entreprenören, som ofta har bättre kompetens på området än byggherren, kan skaffa sig en god överblick över hur fuktsäkerheten beaktas i byggprocessen och kan även ställa krav på t ex projektörer och underentreprenörer. Samverkan mellan olika aktörer i ett tidigt skede gynnas också av denna entreprenadform.

11.5 Rimliga byggtider

Dagens byggbransch präglas av pressade byggtider, mest på grund av ekonomiska orsaker. Ur byggfuktsynpunkt kan byggtiden bedömas ur två synvinklar. Ju kortare byggtiden är desto mindre exponeras material för vädret. Å andra sidan måste tillräcklig tid ges för uttorkning av byggfukt. Användningen av snabbtorkande betong är ett lämpligt val för att minska byggtiden utan att göra avkall på fuktsäkerheten. Byggfuktprojektering synes vara en stor hjälp för att hitta en sund balans mellan byggtid och de kostnader som snabbtorkande betong innebär. Sammanfattningsvis är det viktigt att alltid tillräcklig tid finns avsatt för uttorkning av byggfukt.

11.6 Rutiner och checklista

Ute på byggarbetsplatser finns ofta lokala rutiner inarbetade, där en del av dessa är uppkomna för att motverka fuktproblem. En nackdel är att väl fungerande rutiner ofta inte sprids till andra byggarbetsplatser beroende på bl a bristande kommunikation. Rutinsammanställningen i detta arbete kan ses som ett försök i att öka kunskapspridningen. För att spridningen ska bli så effektiv som möjligt borde en centralt placerad funktion med ansvar för dessa

frågor finnas inom varje byggföretag. Rimligen borde denna funktion finnas inom kvalitetsavdelningen.

Det finns idag få checklistor som är direkt riktade till entreprenören. Under de studiebesök som har gjorts har ingen av de intervjuade platscheferna eller arbetsledarna använt checklistor i syfte att säkerställa fuktsäkerheten. Enligt en intervjuad arbetsledare är en anledning till denna misstro att listorna inte förväntas innefatta de punkter som är relevanta för den aktuella byggnaden. En annan anledning är att listorna anses vara alldeles för generella och onödiga.

Inför framtagandet av checklistan i detta arbete har ett antal befintliga checklistor studerats. Vissa av dessa upplevs som relativt omfattande. Följden av detta är att listorna förmodligen blir ganska svåra att använda i det dagliga arbetet. Förståelse finns dock för att upphovsmännen/kvinnorna vill täcka alla tänkbara orsaker till fuktproblem – därmed blir listorna också omfattande. I detta arbete har fokuseringen varit på att skapa en lätthanterlig och rimligt detaljerad lista. Detaljnivån bör utvärderas vidare och ev fördjupas av Peab.

Genom att använda datorprogrammet Excel kan resultatet av en fuktkontroll, utförd med hjälp av checklistan, avläsas direkt, utan svårigheter. Att med listans punkter förutse alla tänkbara problem vid olika utföranden av flerbostadshus är orimligt, även inom detta arbetes avgränsningar. Ett sätt att inledningsvis värdera checklistans användbarhet kan vara att låta ett antal platschefer/arbetsledare under olika byggprojekt pröva att använda den, utan att den på något sätt gäller som standard, parallellt med befintliga rutiner. Dessa skulle sedan utvärdera och ge sina synpunkter på checklistan. Tänkbart är också att i framtiden, för att få en utförligare kontroll, anpassa checklistan till det aktuella byggprojektet. Denna lösning kräver dock extra tid och resurser som måste vägas mot nödvändigheten av en så omfattande fuktkontroll.

11.7 Vidare utveckling

Detta arbete visar att fuktfrågorna allmänt sett måste få en större prioritet i hela byggprocessen. Resultatet i detta arbete ska ses som en början på vidare utveckling inom Peab. Ett exempel på utveckling är att framarbeta en plan för att kunna hantera situationen om en incident inträffar, t ex uppfuktning av en vägg. Detta kan liknas vid en slags nödplan som aktiveras när förebyggande åtgärder, som detta arbete ger exempel på, inte räcker till eller om något oförutsett sker.

I denna studie har källorna, inte minst platschefer m fl vid fältundersökningarna, bedömts som trovärdiga. En mer omfattande studie med fler fältundersökningar skulle dock kunna bidra till en bättre överblick över problematiken med fuktsäkert byggande. Sammanfattningsvis behövs kraftsamlingar i hela byggbranschen för att implementera och i praktiken omsätta de kunskaper som idag finns att tillgå och de som växer fram till följd av vidare forskning.

12 Referenser

Accent Advokatbyrå. URL: http://www.accim.se/ny_sida_1.htm (2005-01-20)

Axelson, K. m fl (2004) *Väderskyddad produktion – Möjligheter och erfarenheter*. FoU-Väst Rapport 0404, Göteborg 2004. 57 pp.

Bergquist, J (2004) *Fjällbo Park visar vägen till ett billigare boende*. Peabjournalen nr 1, 2004. URL: http://www.peab.se/FS_peabWeb/PublicFiles/Nyheter_Press/PJ_1_04.pdf (2005-01-21)

Betongbanken (2004) *Projektera-bjälklag-betong-fukt i betong*. Betongbanken. URL: <http://www.betongbanken.com/PROJEKTERA/bjalklag.asp?Folder=5> (2005-01-22)

Bjerke, M. (2004) *Bygg rent och torrt*. Norsk VVS nr 9, 2004, 22-23. ISSN 0029-2265

Burström, P-G. (2001) *Byggnadsmaterial – Uppbyggnad, tillverkning, och egenskaper*. Studentlitteratur, Lund, ISBN: 91-44-01176-8. 546 pp

Byggandets Kontraktskommitté (2005). *Publikationer*. URL:<http://www.foreningenbkk.org/> (2005-01-23)

Byggsektorns Kretsloppsrad (2003). *Fuktsäkerhet i byggprocessen - fuktskyddsbeskrivning och dokumentation*. URL: <http://www.kretsloppsradet.com/files/miljöprogram/åtgärdsprogram/Projektbeskrivning%20030911.pdf>. (2005-01-20)

Byggsektorns Kretsloppsrad (2005) *Välkommen till Kretsloppsradet!* URL: <http://www.kretsloppsradet.com/webdoc.asp> (2005-01-21)

Castelius, Olle. (2002). *Bygga under tak ger friskare hus*. Aftonbladet. <http://www.aftonbladet.se/vss/bostad/story/0,2789,158728,00.html> (2005-01-20) Fotograf: Henry Lundholm

Drejjer, C. (2004) Arkitekt, Abako Arkitektkontor AB, Göteborg. Intervju (2004-11-23)

Ekofiber (2000) *Torra tak - undersökning av oventilerat parallelltak med ånggenomsläppligt underlagstak*. Ekofiber. URL: <http://www.ekofiber.se/TorraTak.pdf> (2005-01-22)

Frölander, S. Arbetsledare, Peab, Göteborg. Intervju (2004-08-27)

Hag, M. (2004) Ekonomichef, Förvaltnings AB Västerstaden, Göteborg. Intervju (2004-09-17)

Hall, T. Doktorand, Institutionen för Byggnadsteknologi, Chalmers, Göteborg. Skadeutredare hos White Arkitekter AB. Intervju (2004-10-26)

Harderup, E. (1993) *Fuktsäkerhet i byggnader - Generell metod för fuktdimensionering av byggnader*. Byggforskningsrådet, Sthlm. R32:1993. ISBN: 91-540-5566-0.pp.12

Hedenblad, J. (2004). *BBR, Avsnitt 6,5 Fukt*. Fuktcentrum, LTH. URL: http://www.fuktcentrum.lth.se/infodag2004/BBR,%20Avsnitt%206,5%20Fukt%20-%20LTH_GH.pdf. (2004-11-22)

Hermansson, M. Platschef, Peab, Göteborg. Intervju (2004-08-27)

Isover (2004) *Arbetsanvisningar – Inledning*. URL: <http://www.isover.se/sw6449.asp> (2004-12-15)

Jonsson, A. Kvalitetschef, Peab, Göteborg. Intervju (2004-11-15)

Josephson, P-E & Hammarlund, Y. (1996) *Kvalitetsfelkostnader på 90-talet - en studie av sju byggprojekt*. Byggmästarföreningen Väst/FoU-Väst Rapport 9608, Göteborg 1996. 125 pp

Kiendl, T. Arbetsledare, Peab, Malmö. Intervju (2004-09-29)

Lassen, C. (2004) *Fuktskyddsdocumentation – konsultens syn*. Fuktcentrum, LTH. URL: http://www.fuktcentrum.lth.se/infodag2004/LTH-presentation_CL.pdf (2005-01-21)

Lejonthun, J. (2004) *Bygghandling, nr K33-04-02*, Bengt Johansson & Co, Göteborg 2004 samt intervju (2004-09-10)

Mattsson, B. Doktorand, Institutionen för Byggnadsteknologi, Chalmers, Göteborg. Intervju (2004-11-10)

Mjörnell, K. (2004) *Fuktskyddsbeskrivning*. Fuktcentrum, LTH. URL: http://www.fuktcentrum.lth.se/infodag2004/Fuktcentrums%20infodag_KM.pdf (2005-01-21)

Must, A. (2004) *Utfackningsväggar – en riskkonstruktion?* Aimex AB. URL: <http://www.aimex.se/WordDokument/utfackningsvagggar.pdf> (2005-01-20)

Nevander, L-E & Elmarsson, B. (1994). *Fukthandbok - praktik och teori*. AB Svensk Byggtjänst och författarna. Svenskt Tryck AB, Stockholm, 1994. 538 pp

Nilsson, L-O. (2003). *Material för sunda hus*. Kursmaterial V3, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2003.

Nordisk Gipsskiveförening (2001) *Anvisningar för hantering av gipsskivor under byggskedet och bruksskedet med hänsyn till fukt*.

Danogips. URL:

<http://www.danogips.se/Produktk/Arbetst.nsf/0/a519e4fc4a534fcbc1256ae3004d6fee?OpenDocument> (2004-12-10)

Peab (2003) Informationsmaterial och bygghandlingar till byggprojektet Allemansrätten i Fjällbo Park, tillhandahållet av Peab i Göteborg.

Pegasus lab (1999) *Sammanfattning – Pegasusdagen 1999*. URL:

<http://www.pegasuslab.com/> (2005-01-20)

Pegasus lab (2000) *Pegasusdagen 2000*. URL:

<http://www.pegasuslab.com/> (2005-01-20)

Pegasus lab (2001) *Pegasusdagen 2001-09-07*. URL:

<http://www.pegasuslab.com/> (2005-01-20)

Pegasus lab (2002) *Pegasusdagen 12/9 2002*. URL:

<http://www.pegasuslab.com/> (2005-01-20)

Pegasus lab (2004) *Pegasusdagen 28/1 2004*. URL:

<http://www.pegasuslab.com/> (2005-01-20)

Persson, M. Arbetsledare, Peab, Lund. Intervju (2004-09-29)

Persson, P. Platschef, Peab, Malmö. Intervju (2004-09-06)

Petersson, B-Å. (2001) *Tillämpad Byggnadsfysik*. Studentlitteratur, Lund 2001. 480 pp. ISBN 91-44-01897-5

Rothell, C. (2003) *Markanvisningstävling*. Fastighetskontoret, Göteborgs Stad. URL:

<http://www.fastighetskontoret.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/dalis20.nsf/vyPublicerade/2BE89E5882C6E6E2C1256BC9003F3D91?OpenDocument> (2005-01-21)

Samuelson, I. & Wånggren, B. (2002) *Fukt och mögelskador Hammarby Sjöstad*. SP rapport 2002:15, Borås. 34 pp. ISBN: 91-7848-0907-5

Sandin, K. (1998) *Fuktdimensionering ger säkrare byggnader*.

Byggforskningsrådet och Boverket, Sthlm, Ljunglöfs Offset 1998. 35 pp

Sikander, E & Freiholz, G. (2000) *Fuktsäkerhet- en viktig del i byggnadens totala miljöpåverkan*. SP rapport 2000:08. URL:

<http://www.sp.se/databas/rapportpubl> (2005-01-20)

Scandinova (2005) *Dupont Tyvek Supro Grid och Dupont Tyvek Vindskydd – torra och täta konstruktioner, nu och i framtiden*. URL: <http://www.scandinova.com/> (2005-01-22)

Tepro (2004) *Minerit Vindskyddsskiva tillbehör*. Tepro Byggmaterial AB. URL: http://www.tepro.se/UPLOADED_FILES/documents/430.pdf (2005-01-22)

Sikander, E & Grantén, J. (2003) *Byggherrens krav, styrning och verifiering för fuktsäker byggnad*. SP rapport 2003:09. Byggnadsfysik, Borås. pp. 31

Sikander, E. (2004) *Byggherrens styrning och krav för fuktsäkert byggande, erfarenheter*. Fuktcentrum, LTH. URL: http://www.fuktcentrum.lth.se/infodag2004/Byggherrens%20krav%2022nov04_ES.pdf (2005-01-20)

Stars, P.H. Monomeet. Intervju (2004-08-29)

Wedefelt, C. (2003) *Bygglövshandling, Fjällbo Park, nr A 4*. Abako Arkitektkontor AB, Göteborg 2003

Wedefelt, C. (2004) *Bygghandling, Fjällbo Park, nr A 35-04-11*. Abako Arkitektkontor AB, Göteborg 2004

Wihlborg, C. (2004) *Fuktsäkerhet i byggprocessen*. Fuktcentrum, LTH. URL: <http://www.fuktcentrum.lth.se/infodag2004/CW%20pres%20FC%20infodag%20041122.pdf>

Östberg, L. (2004). Peab. Intervju (2004-08-26)

Anvisningar för hantering av gipsskivor under byggskedet och bruksskedet med hänsyn till fukt

Version 5, Rev
010805 2001-10-17

Dessa anvisningar har utarbetats av en arbetsgrupp inom Nordisk Gipsskivoförening

1. Bakgrund

Gipsskivor är ett delvis organiskt material. Som de flesta organiska material kan gipsskivor mögla under fuktiga förhållanden. Vid fuktskador ska fuktkällan elimineras och eventuella mögelangripna gipsskivor bytas ut. Beslut att inte byta ut möjliga skivor ska baseras på särskild bedömning. Rätt hanterade och korrekt använda gipsskivor möglar inte.

2. Transporter

2.1. Transporter ska utföras med täckta bilar så att gipsskivorna är torra efter transporten oavsett väder.

3. Lastning och lossning

3.1. Om lastning eller lossning sker vid regnväder ska detta utföras så att skivorna utsätts för ett minimum av regn. Exempel på åtgärder:

- Låt ej paketen stå ute.
- Gör provisorisk täckning under truck- eller krantransport mellan bil och lager.
- Gör uppehåll i lastning/lossningen om regnet vräker ner.
- Beställ plastemballerade paket.

De små regnmängder skivorna då utsätts för kan torka utan speciella åtgärder i lager eller i byggnad.

4. Lagring

4.1. Lagring inomhus i t ex uppvärmda utrymmen eller normala kallager rekommenderas

4.2. Kortvarig mellanlagring av torra skivor under presenning på hårdgjord yta kan ske under högst 2 dagar.

4.3. Plastemballerade paket kan lagras under presenning på hårdgjord yta längre tid. Regnvatten får ej samlas under paketen. (Speciellt viktigt om plasten ej täcker botten på paketen) Presenningarna ska ordnas enligt anvisningarna så att markfukt kan torka ut. (Speciellt viktigt om plasten ej täcker botten på paketen)

4.4. Lagring under presenning på icke hårdgjord yta (t. ex. vanlig mark) ska undvikas. Om det ändå måste göras ska åtgärder vidtas så att paketen skyddas mot markfukt och mot kontakt med marken. Vid lagring mer än 1-2 dagar ska paketen vara plastemballerade.

4.5. Lagring i icke färdig byggnad.

4.5.1 Skivorna ska lagras på ett sådant sätt att de inte utsätts för fritt vatten. Om emballaget ej täcker paketens botten får fritt vatten på bjälklaget förekomma endast under kortare tid och då endast om skivorna är lagrade på bockar eller liknande.

4.5.2 Uttorkningen av byggfukt från t ex betong måste styras. Om byggnaden är tillräckligt ventilerad är det inga problem. I tät byggnad behöver normalt styrd ventilation eller avfuktning ordnas. Se även 5.1.

5. Montering av invändiga skivor

5.1. Byggnaden ska vara tät och torr. Det innebär att:

- Det ska inte läcka vatten uppifrån genom bjälklag.
- Det ska inte stå vatten på golvet.
- Det får inte regna in genom fönsteröppningar eller andra fasadöppningar.

Uttorkningen av byggfukt ska ske så inte RF blir alltför hög. Generellt bör den icke överstiga 80 % RF. Uppvärmning behöver normalt kombineras med avfuktning eller styrd ventilation. Om det bildas kondens på kalla ytor som t ex insida vindskyddsskiva är det ett tecken på att luftfuktigheten är farligt hög.

5.2. Gipsskivor på väggar bör lyftas 5-10 mm från golvet.

Detta ger en ökad säkerheten mot nedblötning av gipsskivorna om det trots allt skulle bli vatten på golvet. Observera att denna åtgärd inte skyddar eventuella träsyllar i väggen.

6. Montering av vindskyddsskivor

6.1. Lyft skivorna 10 mm från bjälklag (där så är aktuellt). Det minskar den tid under vilken skivornas kortkanter är i kontakt med vatten.

6.2. Monterade vindskyddsskivor tål att exponeras för väder och vind under 3 månader. Under gynnsamma förhållanden kan skivan sitta exponerad längre tid. I kraftigt slagregnsutsatta lägen bör kortare exponeringstid än tre månader väljas. En förutsättning är att vindskyddsskivorna har möjlighet att torka när det inte regnar.

6.3. När vindskyddsskivor är monterade i kombination med ett eller flera fuktkänsliga material (t ex träreglar i ytterväggen, komplett vägg med isolering m m eller träbjälklag) måste åtgärder vidtagas under byggskedet så att dessa material eller komponenter ej blir våta. Exempel på åtgärder:

- Täck in byggnaden.
- Täta alla anslutningar mot andra konstruktioner på ett fuktsäkert sätt.
- Skär ej bort vindskyddsskivorna vid fasadöppningar förrän detaljen kan göras fuktsäker.

6.4. När vindskyddsskivor är monterade i kombination med enbart fuktökänsliga material (t ex enbart stålreglar och betong) behöver åtgärder enligt 6.3 inte vidtagas.

6.5. När ytterväggens utsida består av puts på isolering fäst mot vindskyddsskivorna får inte våt isolering monteras mot vindskyddsskivor.

6.6. Vatten (från slagregn eller tak) får inte rinna längs ytan på vindskyddsskivorna ner i delvis monterad fasad (t ex puts på isolering eller skalmur med isolering i luftspalten).

6.7. Vid öppningar som används för materialtransporter bör kanterna på vindskyddsskivorna skyddas mot mekaniska skador.

7. Prefabricerade element

Förtillverkade element ska skyddas och monteras så att vatten inte kan tränga in i elementet och att inte ingående material blir nedblötta. På element som monterats i byggnad får vindskyddsskivorna utsättas för regn. Se även 6.3.

8. Tillfällig nedblötning av invändiga skivor

Generellt gäller att skivor som är fuktiga eller våta har nedsatt mekanisk hållfasthet. Nedan beskrivs sätt att torka skivor som blivit tillfälligt nedblötta i måttlig omfattning. Innan torkade skivor byggs in alternativt konstruktionerna färdigställs måste man kontrollera att inte skivorna tagit skada av nedblötningen i form av t ex kartongsläpp, mögelangrepp eller deformationer.

8.1. Skivor i paket.

8.1.1 Om paket utsatts för endast lite vatten och torkförhållande är goda kan skivorna tillåtas torka i paketet.

8.1.2 Om paketet utsatts för mer vatten eller torkförhållande är mindre goda måste paketet delas och skivorna torka individuellt, förvara skivorna plant.

Ett sätt att torka skivorna kan vara att montera dem på en innervägg. Skivorna monteras då på väggens ena sida och endast med enkelt lag. Sedan skivorna torkat kan väggen byggas färdig.

Innan skivorna torkat har de nedsatt mekanisk hållfasthet och ska hanteras med hänsyn till detta.

Spackling och ytbehandling får ej påbörjas förrän skivorna är torra.

8.1.3 Mycket våta skivor kasseras.

8.1.4 Mögelskadade skivor kasseras

8.2. Monterade skivor

8.2.1 Skivor på vägg kan torka på plats om de ges goda torkförhållanden. Det förutsätter i regel att det är skivor enbart på väggens ena sida och bara i ett lag. Väggar med skivor på båda sidor och/eller flera lag måste i regel demonteras helt eller delvis så att skivorna kan torka snabbt och man kan inspektera väggens insida. Väggar med träreglar ska alltid demonteras så att reglarna kan inspekteras.

Alternativt kan de nedre delarna av gipsskivorna skäras bort om fuktskadan är begränsad dit. Notera dock att vatten kan stiga kapillärt ganska högt i en gipsskiva.

8.2.1 Skivor i tak bör demonteras. Dels för att man ska kunna inspektera utrymmet ovanför skivorna och dels därför att de ändå sannolikt kommer att behöva bytas på grund av nedböjningar orsakade av fukten i kombination med skivornas egenvikt.

8.3. Mögelskadat material som träreglar, skivor, mineralull m m byts ut. Vidta de skyddsåtgärder som mögelskadan motiverar.

9. Drift och underhåll

9.1. Tvätta inte golv med rikligt med vatten om inte detaljer utförts för att tillåta detta (t ex uppvikta plasmattor mot väggar och trösklar som golvsockel och dörrfoder som ej når till golv).

9.2. Se till att ventilationen är tillräcklig så att kondens på kalla ytor undviks (undantaget våtrumsanpassade utrymmen).

9.3. Se till att tätskikt i våtrum inte skadas.

9.4. Se till att vatten inte läcker in genom tak eller fasader.

9.5. Om ett läckage eller fuktskada har uppstått, åtgärda orsaken omedelbart. Undersök nedblötningens omfattning och se till för snabb uttorkning. Byt fuktkänsligt material som inte kan torka ut tillräckligt snabbt för att förhindra mögelpåväxt på detta eller på material i dess närhet. Byt ut mögelskadat material.

Visa respekt för hälsoriskerna med mögelskadat material.

Vidta de skyddsåtgärder som motiveras av skadans art och omfattning.

Bilaga 2

Rutinsammanställning

Punkt	Kategori	Rutin	Motivering	Hänvisning till checklista
1	Allmänt	-Samverkan med alla aktörer under hela byggprocessen. -Beakta särskilda anvisningar i ritningar, beskrivningar mm. -Erforderlig information ang fuktsäkerhet till alla berörda på byggarbetsplatsen. -Plan för snabba åtgärder vid ev incident.	-Samverkan främjar god fuktsäkerhet. -Information sprider kunskap och ansvar till alla berörda. -Snabb respons vid incident minskar skaderisk.	7
2	Material	-Eftersträva kort eller ingen lagringstid. -Skydda alltid material från fukt och åverkan vid lagring och transporter.	-Torra leveranser/transporter -Torr lagring och hantering. -Kort/ingen lagringstid. -Material ej skadat vid inbyggnad. -Material torrt vid inbyggnad.	2 3 4 6.3.4 7
3	Byggarbetsplats	-Markplanera byggarbetsplatsen innan byggstart.	-Acceptabelt torra vägar inom området. -Acceptabelt torra upplagsplatser. -Undvika vattensamlingar på byggarbetsplatsen.	1.1 7.1-7.3
4	Byggkoncept	-Stommen byggs först. Därefter färdigställs taket, varefter utfackningsväggar monteras med start från översta våningen.	-Snabbt skaltät, bra ur torksynpunkt. -Taket snabbt på plats →tidigt väderskydd.	5.3.1 5.4.1 6.2.1 7
5	Grundläggning	-Tidigt utförd dränering och markplanering runt byggnaden.	-Skydda byggnaden tidigt från nederbörd, ytvatten och markfukt. -Ren och torr arbetsplats.	5.1 5.2.1 6.1.2 7
6	Stombyggnad	Betong: -Betongkvalitet enl byggfuktprojektering. -Använd prefabricerade element där så är lämpligt. Trä: -Väderskyddas vid montering och lång exponeringstid för vädret. -Kontrollera alltid fuktspärr mellan trä och betong.	-Prefab kräver kort/ingen torktid. -Byggfuktprojektering ger fuktkontroll. - Trä bör inte utsättas för nederbörd eller annan fukt.	5.2 6.1.2 7
7	Tak	-Underlagstak byggs strax efter takstomme. Taktäckning och plåtarbete utförs på ett rengjort underlagstak. -Takavvattning utförs snarast så att dagvattnet avleds bort från byggnaden.	-Tätt tak ger bra väderskydd under fortsatt produktion. -Tidig takavvattning skyddar byggnaden från nederbörd.	5.3 5.4.1 7

8	Ytterväggar	<ul style="list-style-type: none"> -Prefabricerade utfackningsväggar bör levereras oisolerade. -Prefabricerade utfackningsväggar skyddas mot nederbörd. -Byggställning (intäckt) används som väderskydd vid behov. -Tätt yttre skal (vindskyddsskivor, fönster, skarvar mm) upprättas snabbt. -Fuktkontroll i trävirke innan isolering. -Samverkan med underentreprenörer. -Kontrollera alltid fuktspärr mellan trä och betong. 	<ul style="list-style-type: none"> -Snabbt skaltät, bra ur torksypunkt. -Minimera risk för fukt i väggen. -God överblick och dokumentation över fuktsituationen. -Skarvar, anslutningar tätas snabbt, bl a av underentreprenör. 	<p style="text-align: center;">5.4 6.1.4 6.3.1-6.3.3 7</p>
9	Golvläggning	<ul style="list-style-type: none"> -RF-kontroll av fuktkonsult innan golvläggning. -Yta (betong/avjämningsmassa) rengörs innan golvläggning. -RF-kontroll av fuktkonsult i tjocka lager avjämningsmassa, innan golvläggning. 	<ul style="list-style-type: none"> -Undvika fuktskador och emissioner i/från golvet. -God överblick och dokumentation över fuktsituationen. 	<p style="text-align: center;">5.5 6.1.5 6.3.5 7</p>
10	Fuktkontroll	<ul style="list-style-type: none"> -Använd byggfuktprojektering. -Dagboksanteckningar över väderpåverkan på betong. -Egna fuktkontroller utförs och dokumenteras av behörig personal. -Anpassa klimat i byggnaden för gynnsam uttorkning. -Beakta kondensrisk vid uttorkning. -Is och snö avlägsnas från betongytor innan värmefläktar slås på. 	<ul style="list-style-type: none"> -Effektiv uttorkningsprocess. -Kontroll och dokumentation för kvalitetssäkring och ev framtida problem. -Planera tid för tätt hus. -Planera tid för isolering av väggar, mattläggning mm. 	<p style="text-align: center;">3.1 6 7</p>

Bilaga 3

Punkt	Entreprenörens checklista				
1	Före byggstart	Godkänt	Ej godkänt	Åtgärd	Sign
1.1	Markplanering på byggarbetsplatsen				
1.1.1	Transportvägar.				
1.1.2	Materialupplag-hårdgjord dränerande yta.				
1.1.3	Redskapsbodar/Platskontor.				
1.1.4	Dränering/avledning av vattenansamlingar vid behov.				
2	Materiallagring				
2.1	Material skyddas från markfukt/stänk -förvaras upphöjt från mark. Undvik lagring över stående vatten.				
2.2	Torr och rent underlag (t ex lastpall).				
2.3	Beakta god ventilation runt alla materialytor.				
2.4	Material förvaras enligt tillverkares anvisningar.				
2.5	Mark/golvytan grovstädad från sågspån mm.				
2.6	Väderskyddat från nederbörd och vid behov från solljus.				
2.7	Trävirke > 15 cm över marken.				
2.8	Trävirke - presenning ej ner till marken.				
2.9	Trävirke - lagring > 1 vecka: ventilation mellan virke och presenning.				
2.10	Material som lagras i byggnaden skyddas från vatten på bjälklag och övrigt fritt vatten.				
2.11	Om möjlig upprätta ett provisoriskt skjul eller förråd/tak för att skydda känsligt byggnadsmaterial mot nederbörd.				
2.12	Skivmaterial mm som monteras invändigt förvaras inomhus och helst uppvärmt.				
2.13	Emballage/inplastning tas bort från materialet om kondensrisk föreligger.				
3	Materialleverans				
3.1	Fuktkvot i trä kontrolleras så att denna överrensstämmer med avtalat värde, ej angripet av blånad.				
3.2	Rätt material oskadat, rent och torrt vid leveransankomst.				
3.3	Leverans planeras för minsta möjliga lagringstid.				
3.4	Prefabricerade fukt känsliga konstruktioner levereras i möjligaste mån för direkt montering (utan lagring).				
3.5	Isolering, gipsskivor mm som monteras inifrån levereras för direkt lagring på respektive våning.				
3.6	Materialleverans bör ske med täckt bil.				

3.7	Väderskydd vid leveransavlastning (vid behov).				
3.8	Skadat material reklamerar till leverantör.				
4	Materialhantering på byggarbetsplatsen				
4.1	Material som skadas under byggnation lagas eller byts ut. Kasserat material slängs direkt.				
4.2	Materialet hålls rent och torrt.				
4.3	Tydlig plats för kasserat material för att förhindra återanvändning av dito.				
4.4	Väderskydd vid transport inom arbetsplats (vid behov).				
4.5	Hantering sker enligt tillverkarens anvisningar.				
4.6	Allt nedfuktat material torkas eller byts ut (vid behov) snarast. Kasserat material slängs direkt.				
4.7	Allt mögelangripet material byts ut snarast. Mindre påväxt på trä hyvlas/slipas bort. Kasserat material slängs direkt.				
4.8	Ev. ändring av byggnadsmaterial under produktion görs i samverkan med projektör (granskas ur fuktsynpunkt).				
5	Uppförande av byggnad				
5.1	Inför grundläggning				
5.1.1	Undvik inblandning av fint material i dräneringslagret.				
5.1.2	Erforderlig dränering utförs så snart som möjligt så att byggnaden ej utsätts för rinnande vatten i eller på marken.				
5.1.3	Marklutning från byggnaden inleds så snart som möjligt.				
5.2	Stombyggnad				
5.2.1	Byggfuktprojektering för betongstomme följs: rätt vct och ordningsföljd vid gjutning.				
5.2.2	Tillfällig avvattning/nederbördsskydd anordnas om byggnadens utformning så kräver.				
5.2.3	Trätakstomme skyddas mot kraftig nederbörd och övrig fukt vid och efter montering.				
5.2.4	Trätakstomme väderskyddas efter montering, vid längre arbetsuppehåll.				
5.3	Takläggning (yttertak)				
5.3.1	Underlagstak byggs direkt efter att takstomme är byggd.				
5.3.2	Eventuella skador på underlagstak åtgärdas direkt.				
5.3.3	Underlagstaket rengörs från organiskt material och annat skräp innan taktäckning, samt är fritt från snö och is.				
5.3.4	Taktäckning utförs så snart underlagstaket är byggt.				
5.3.5	Genomförningar och skarvar tätas/plåtarbete utförs snarast.				
5.3.6	Avvattning (hängrännor) upprättas så fort taktäckning skett.				
5.3.7	Dagvatten leds ut tillräckligt långt från byggnaden (så ej fasad, grund mm fuktas) alt monteras tillfälliga stuprör.				

5.4	Ytterväggsbyggnad/-montering				
5.4.1	Taket tätt innan byggnation av väggar sker.				
5.4.2	Prefabricerade fukt känsliga konstruktioner (främst utfackningsväggar) monteras ej vid kraftig nederbörd.				
5.4.3	Väderskydd genom intäckning av byggställning så länge skarvar, fukt känsligt material mm ej skyddas av vindskyddsskivor, plåt m m.				
5.4.4	Väggreglars nedre ändrar skyddas från betong med distansbricka (utöver ordinarie fuktspärr) då stålsyll används.				
5.4.5	Vindskyddsskivors nedre ändrar ej i kontakt med stående vatten (lyfts 10 mm vid behov).				
5.4.6	Skarvar mellan vindskyddsskivor kompletteras med profiler.				
5.4.7	Underliggande vägg skyddas med vattenavledande remsa nedtill på väggarna.				
5.4.8	Snabb täckning av skarvar med vindskyddsskiva mellan utfackningspartier.				
5.4.9	Öppningar/håltagningar i väggen byggs över med vindskyddsskivor om inte annat skydd ordnas - tills detaljen färdigställs.				
5.4.10	Monterade vindskyddsskivor exponeras ej för mer väderpåverkan (fukt- och tidsmässigt) än tillverkarens rekommendationer.				
5.4.11	Plåtarbete o dyl som skyddar skarvar och infästningar vid fönster, balkonger mm utförs snarast.				
5.4.12	Skadade vindskyddsskivor byts snabbt ut.				
5.4.13	Kontrollera att fuktnivå i trävirke är inom acceptabel gräns innan isolering monteras i facken.				
5.4.14	Syll och övriga material i varje fack rengörs från organiskt material/övrigt skräp innan isolering och igenbyggnad sker.				
5.4.15	Isolering, plastfolie och gipsskivor är rena och torra vid montering.				
5.4.16	Punkteringar i plastfolie åtgärdas direkt.				
5.4.17	Invändiga gipsskivor lyfts 5-10 mm från golv.				
5.4.18	Vid murad fasad: överflödigt bruk får ej falla ner och sätta igen luftspalt, eller vidröra vindskyddsskivan.				
5.4.19	Vid putsad fasad - puts på isolering fäst mot vindskyddsskivor: isolering ej våt vid montering på vindskyddsskivor.				
5.5	Golvläggning				
5.5.1	Betongplattan rengjord från skräp och organiskt material innan golvläggning.				
5.5.2	Limning av matta sker ej om RF i betong > RF-kritisk (enl byggfuktprojektering).				
6	Fuktkontroll				
6.1	Byggfuktprojektering				
6.1.1	Uttorkningsberäkning reviderad då uttorkningstid förändras på grund av väderpåverkan.				
6.1.2	Dagboksanteckningar förda över väderpåverkan på betong vidarebefordras till fukt konsult.				
6.1.3	Klimat i byggnaden anpassas efter byggfuktprojektering.				
6.1.4	Tidpunkt för tätt hus anpassad efter byggfuktprojektering.				

6.1.5	RF kontrolleras av fuktkonsult i betong kontinuerligt och innan mattläggning eller annan golvläggning.				
6.2	Uttorkning				
6.2.1	Värmefläktar slås på så snart byggnaden är skaltät.				
6.2.2	Avfuktare användas vid behov.				
6.2.3	Torkningsklimat justeras om fuktnivån är för hög i monterat material.				
6.2.4	Is och snöbeläggning avlägsnat från platta innan påslagning av värme.				
6.2.5	Kondensrisk i huset beaktas (och åtgärdas vid behov).				
6.3	Mätningar				
6.3.1	Mätutrustning skall vara korrekt kalibrerad.				
6.3.2	Se till att kompetent personal utför fuktmätningarna. Om uppdraget är utanför kompetensområde anlitas expert.				
6.3.3	Dokumenterad fuktmätning i trävirke (främst syllar och reglar) bör alltid göras och kunna redovisas på begäran.				
6.3.4	Dokumenterad fuktmätning vid materialleverans bör utföras och redovisas på begäran.				
6.3.5	Vid tjockt lager avjämningsmassa bör fuktmätning utföras av fuktconsult, innan mattläggning.				
7	Allmänt				
7.1	Allmän information till byggnadsarbetare och underentreprenörer om rutiner mm för fuktsäkerhet.				
7.2	Information om särskilt känsliga konstruktioner, moment och material till byggnadsarbetare och underentreprenörer.				
7.3	Samverkan med underentreprenörer, projektör och ev byggherre angående fukt känsliga moment.				
7.4	Beakta särskilda anvisningar angående fuktsäkerhet på ritningar och beskrivningar.				
7.5	Dokumentera åtgärder som vidtas vid ev incident (t ex vattenläckage).				