

Metoder för riskbedömning av åtgärder i historiska byggnader

Projektnr: 36036-1, Dnr 2012-002301

Slutrapport
2015-06-30

Jesper Arfvidsson
Professor
Byggnadsfysik, LTH

Björn Bjelke-Holtermann
Byggnadsantikvarie
Tyréns, Malmö

Johan Mattsson
Byggnadsbiolog
Mycoteam, Oslo

Summary

Today there is a need for energy efficiency measures in historic buildings. To ensure that such measures will provide the planned result without damage to the building or poor indoor climate, a skilled holistic approach is required. To be able to propose accurate measures requires a thorough understanding of the individual cultural heritage, the existing building's function and how the measures will affect the building. This requires a multidisciplinary knowledge. In this project a concept to a method for determining the status of the existing building and a method for risk assessment of energy saving measures is presented. The method includes, at this stage, conservation, building biological and building physical aspects. The work also includes validation of the hygrothermal calculation tool WUFI to be used for Swedish conditions. Also a postprocessor to be able to assess the risk of mould growth has been developed. The goal is to develop a method that can be practically used when planning energy saving measures in different types of buildings.

Sammanfattning

Idag finns det ett behov av energieffektiviserande åtgärder i historiska byggnader. För att säkerställa att sådana åtgärder kommer att ge det planerade resultatet utan att skada byggnaden eller skapa dåligt inomhusklimat, krävs en helhetssyn. För att kunna föreslå exakta åtgärder krävs en grundlig förståelse av det individuella objektet, den befintliga byggnadens funktion och hur åtgärderna kommer att påverka byggnaden. Detta kräver ett tvärvetenskapligt förhållningssätt. I detta projekt har ett koncept till en metod för att bestämma status på befintlig byggnad samt en metod för riskbedömning av energibesparande åtgärder presenteras. Metoden innefattar, i detta skede, byggnads antikvariska, byggnadsbiologiska och byggnadsfysikaliska aspekter. I arbetet ingår också validering av ett beräkningsverktyg för värme och fukt, WUFI, för användning under svenska förhållanden. Även en postprocessor för att kunna bedöma risk för mögeltillväxt har utvecklats. Huvudmålet är att utveckla en metod som kan användas praktiskt för bedömning av energibesparande åtgärder i olika typer av byggnader.

Innehållsförteckning

Summary	1
Sammanfattning.....	1
Innehållsförteckning.....	2
1. Introduktion	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Mål.....	4
1.3 Organisation och gemensamma aktiviteter.....	5
1.4 Organisation och gemensamma aktiviteter.....	5
2. Nulägesbeskrivning	6
2.1 Nuläget Byggnadsantikvariskt.....	6
2.2 Nuläget Byggnadsfysikaliskt.....	7
2.3 Nuläget Byggnadsbiologiskt.....	9
2.3 Kunskapsbehov	11
Byggnadsantikvariskt kunskapsbehov	11
Byggnadsfysikaliskt kunskapsbehov.....	12
Byggnadsbiologiskt kunskapsbehov	12
3. Genomförande	12
3.1 Statusbestämning samt riskbedömning av åtgärder i historiska byggnader	12
Speciellt att tänka på avseende byggnadsantikvariska aspekter	17
Speciellt att tänka på avseende byggnadsfysikaliska aspekter.....	17
Speciellt att tänka på avseende byggnadsbiologiska aspekter	17
Byggnadsantikvarisk riskbedömning	19
Byggnadsfysikalisk riskbedömning	20
Riskbedömning av biologiska skador	21
4. Spridning av resultat	22
5. Framtidsbedömning och förslag.....	22
6. Publikationer mm.....	24
Bilaga 1. Exempel på checklistor, B3	26
Bilaga 2. Exempel på hjälpmedel vid skadebesiktning.....	32

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Merparten av Skandinaviens historiska byggnader har vid olika tillfällen genomgått förändringar avseende konstruktion och användningssätt. Äldre konstruktioner har vid om- och tillbyggnader kompletterats med nyare konstruktionslösningar och material. Förändrade krav på inneklimat och energianvändning har medfört att nya system för uppvärmning installerats. Resultaten av dessa förändringar har inte alltid blivit de man tänkt sig utan ibland resulterat i skador av olika slag på byggnaden eller ett icke godtagbart inneklimat. Dessa misstag har medfört att stora värden förlorats eller att kostsamma åtgärdsprogram fått genomföras.

Att bygga ett nytt energieffektivt hus kräver hög kompetens inom en rad områden. Att genomföra åtgärder, i energibesparande syfte, på befintliga byggnader kräver ofta ännu mer. Tjockare värmeisolering, intermitterent uppvärmning, nya typer av byggnadsmaterial samt reducerad eller modifierad ventilation påverkar byggnaders termiska och hygroskopiska egenskaper, och därmed också risken för fukt- och mögelskador. Tyvärr är det oftast så att känsligheten och därmed risken för t.ex. fuktskador ökar med dessa åtgärder. Ett antal konstruktioner, som vi vet är fuktkritiska, kommer att bli ännu känsligare och nya delar av byggnaden, som tidigare fungerade väl, kommer att bli känsliga. Vi har många exempel på detta i byggnader med krypgrund eller oinredda vindar som åtgärdades efter energikrisen på 1970-talet. Vid tilläggsisolering av klimatskalet i dåligt isolerade byggnader kommer temperaturen i t.ex. krypgrund, vind samt delar av ytterväggen vintertid bli lägre än förut. Om varm fuktig luft kan transporteras från det uppvärmda utrymmet i byggnaden upp på vinden kyls denna ner varvid relativa fuktigheten ökar. Också under kalla klara vinternätter blir ibland till och med insidan av vinden så kall att uteluftens vatteninnehåll genom ventilationen kan kondensera på insidan av vinden. Insidan av yttertaket blir angripet, men också vindsbjälklaget på grund av att kondensvattnet som bildas på yttertakens insida droppar ner i konstruktionen och orsakar fukt- och mögelskador. Tittar vi på krypgrunder är det en annan årstid som blir farlig fuktmässigt. På vintern kyls krypgrunden ner och när sedan våren och sommaren anländer kommer varm och fuktig utomhusluft, genom ventilationsöppningar, in i krypgrunden. Här är det fortfarande kallt och när den varma fuktiga uteluften kyls ner kommer den relativa fuktigheten i luften att öka. Kommer luften i kontakt med tillräckligt kalla ytor sker kondensation och fritt vatten uppträder. Detta ökar risken för att fukt- och mögelskador skall uppkomma. Ett antal åtgärder för att minska risken för detta finns i moderna konstruktioner. Dessa bör anpassas till att kunna användas i historiska byggnader.

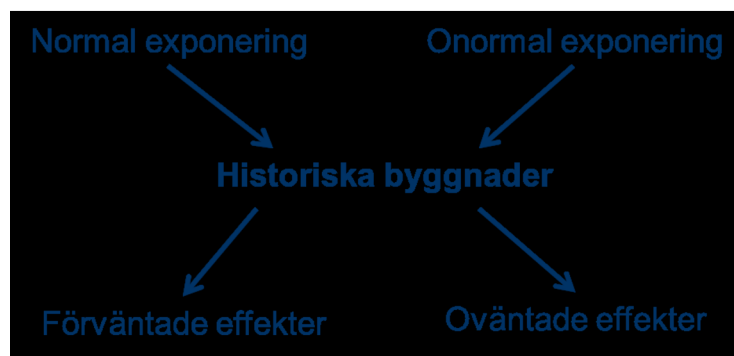
Ofta ändrar man också uppvärmningssystem, t.ex. från ett lokalt system till fjärrvärme. Skorstenar som tidigare var varma och värmdes upp t.ex. kalla vindar är nu kalla, det undertryck som genom ”skorstensverkan” skapades i byggnaden och bidrog till ventilationen är borta. Resultatet kan bli en byggnad som visserligen är energieffektiv men med mycket hög risk för fukt- och mögelskador, dålig ventilation och därmed dålig miljö både för byggnaden och för människor.

För att på ett riktigt sätt kunna energieffektivisera en befintlig byggnad ställer stora krav på kompetens och helhetstänkande hos de inblandade. För att kunna hantera den hygrotermiska funktionen hos moderna energieffektiva byggnader krävs idag olika typer av beräkningsverktyg samt kunskap om de ingående materialens egenskaper. För att

energiuppdatera befintliga byggnader krävs utöver detta en förståelse för hur den befintliga byggnaden fungerar i utgångsläget. En statusbestämning på tillräcklig detaljnivå är en förutsättning för att kunna överväga vilka åtgärder som skall övervägas.

Historiska byggnader utsätts över tid för en normal exponering, både av klimat och av användning. Detta ger stort sett förväntade effekter i form av fysiska skador som slitage och nedbrytning av ytskikt och byggnadsmaterial samt biologiska skador i form av mögelsvamp, rötsvamp och skadedjur – särskilt träförstörande insekter. Kunskapen om att detta är ett aktuellt problem är relativt väl känt av många aktörer i Sverige. Vi ser emellertid att det är klara begränsningar i en mer djupgående kunskap om varför de uppstår, hur dessa skador ser ut, hur man undersöker och inte minst åtgärdar dem.

I samband med större ändringar som en byggnad kan bli utsatt för, till exempel ombyggnad, bruksändring, energieffektiviseringsåtgärder och klimatförändringar kan det uppstå andra, oväntade földeffekter som det i dag saknas en god kunskap om. Detta innebär att det i en svår nog situation vid bedömning av skaderisk i gamla byggnader under normala förhållanden, tillkommer en ändrad skaderisk där det är ytterligare svårigheter med att förutsäga risken för eventuella skador och att veta hur man kan undvika dessa (figur 1).



Figur 1. Olika belastning kan ge olika effekter.

Konsekvensen av en sådan oväntat situation kan vara att man inte är förberedd på att oväntade effekter kan uppstå och därför varken klarar att upptäcka eller hantera detta vid vanlig drift och underhåll. Ett exempel på detta är de skadorna som uppstod efter den extremt fuktiga sommaren och hösten år 2000. Den ihållande höga relativa luftfuktigheten medförde omfattande mögelsvampskador inne på oisolerade vindar och i källare samt generellt i ouppvärmda byggnader, där det aldrig tidigare hade varit sådana skador.

Även andra ändringar av de fysiska förhållandena kan påverka risken för byggnads-biologiska skador. Ändringar i användning, uppvärmning och ventilation kan ge en kritisk effekt, men även tilläggsisolering samt om-/påbyggnad har visat sig kunna ha en betydlig effekt med tanke på risken för en skadeutveckling både etablering av nye skador och vidareutveckling av gamla, etablerade skador. Om man skall kunna undvika sådana skador, krävs det att man kan kartlägga vilka skador som eventuellt är etablerade, veta vilka riskmoment som den aktuella byggnaden har och vilken effekt olika ändringar kan leda till.

1.2 Mål

De övergripande målen med projektet är att utveckla koncept för hållbar energiuppdatering av historiska byggnader men också att bygga upp en Byggnadsfysikalisk kompetens nationellt inom området historiska byggnader.

För att nå dessa huvudmål kan följande delmål identifieras:

1. Utveckla metodik för statusbestämning av historiska byggnader.

Att få en tydlig och korrekt bild av en byggnads nuvarande funktion och skick är en förutsättning för att kunna bedöma vilka åtgärder som skall vidtas. För att kunna skapa denna bild krävs ett heltetstänkande som innefattar kompetens inom en rad områden. Inom projektet skall en tydlig metodik, ett arbetssätt, utarbetas för att säkerställa att de viktigaste aspekterna beaktas och bedöms. Förväntat resultat från denna del av projektet är en utarbetad metodik samt hjälpmedel i form av t.ex instruktioner och checklistor.

2. Utveckla metod för riskbedömning av energibesparande åtgärder i historiska byggnader.

Att bedöma risken för skador är komplicerat. Ingen komplett metod att hantera detta finns idag. För att kunna göra en korrekt bedömning av risken krävs kunskap om en rad faktorer och hur dessa varierar. Exempel på frågeställningar är, hur klimatet varierar idag och i framtiden, vilka variationer finns det i materialens egenskaper, hur prediktera mikrobiell tillväxt, vilka blir hälsoriskerna, vilka blir de ekonomiska riskerna. Förväntat resultat från denna del av projektet är hjälpmedel för att på ett praktiskt sätt kunna hantera dessa frågor.

3. Utveckla principer för uppföljning av åtgärder.

Uppföljning av åtgärder är mycket viktigt, dels för att få ett bevis på att åtgärderna fick de effekter man väntat sig, men också ge underlag för att finjustera de ingående delarna i riskbedömningen. Förväntat resultat från denna del är riktlinjer för vad som skall följas upp samt hur och när detta skall ske.

1.3 Organisation och gemensamma aktiviteter

Den metodik som utarbetats inom projektet omfattar enbart hänsyn till Byggnadsfysikaliska, Byggnadsantikvariska samt Byggnadsbiologiska aspekter. I detta skede har exempelvis ekonomiska, brandsäkerhetsmässiga, tillgänglighetsmässiga samt akustiska aspekter tillsvidare utelämnats. Tanken är att komplettera med dessa genom det arbete som gjorts inom andra projekt inom Spara & Bevara samt det arbete som planerats genomföras under nästa fas av programmet.

1.4 Organisation och gemensamma aktiviteter

Programmets organisation har bestått av arbetsgrupp samt referensgrupp.

Möten med referensgrupp har skett två gånger per år, oftast heldagsmöten.

Flera workshops, planeringsmöten samt fältarbeten har genomförts med arbetsgruppen. En viktig gemensam aktivitet har varit att utarbeta en gemensam metodik för statusbestämning och riskbedömning av åtgärder i historiska byggnader.

Arbetsgrupp

- Björn Bjelke Holtermann, byggnadsantikvarie med lång erfarenhet av renovering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

- Johan Mattsson, biolog med lång erfarenhet av biologiska byggnadsskador i äldre byggnader.

- Jesper Arfvidsson, byggnadsfysiker med lång erfarenhet av energieffektivt, fuktsäkert byggande samt simulering av värme- och fukttransport.

Referensgrupp

- Tor Broström, expert på inomhusklimat och energieffektivisering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader.
- Kenneth Sandin, expert på murverk samt erfarenhet av renoveringar av historiska byggnader.
- Lars-Erik Harderup, byggnadsfysiker, avd. chef Byggnadsfysik, m LTH samt förstandare för Fuktcentrum.
- Camilla Altar-Cederberg Riksantikvarieämbetet.
- Anders Hylander, Svenska Kyrkan.

2. Nulägesbeskrivning

I detta avsnitt följer en kort nulägesbeskrivning av respektive område. Denna har varit utgångspunkten i vårt gemensamma arbete i projektet.

2.1 Nuläget Byggnadsantikvariskt

Ett flertal olika forskningsprojekt angående energieffektivisering i kulturhistoriskt värdefulla byggnader pågår inom forskningsprogrammet Spara & bevara.

Syftet med programmet är att utveckla och förmedla kunskap och teknislösningar som bidrar till en energieffektivisering i dessa byggnader utan att deras värden och inventarier förstörs eller förvanskas. I programmet anges vidare att ”den varsamma energieffektiviseringen ska uppnås genom interdisciplinära samarbeten, där teknik möter kulturvård.”

Under de senaste de senaste två årtiondena har såväl medvetenheten som kunskapen om klimat och energieffektivisering ökat vad gäller äldre bebyggelse. Främst har det dock gällt det kulturhistoriskt värdefulla byggnadsbeståndet som exempelvis byggnadsminnen och kyrkor. Särskilt kyrkorna har under senare tid omfattats av mer ingående utredningar kring klimatfrågor eftersom dessa byggnader ofta har en komplex förutsättning till följd av äldre byggteknik, inredning och lösa inventarier och målningar som var och en ofta kräver speciella förhållanden när det gäller klimatet. Aspekter som hur frekvent kyrkorna används till förrättningar etc. samt vilken komfortvärme man vill ha för personalen komplicerar förutsättningarna ytterligare i samband med utredning och projektering.

Senare års forskning och ett utökat samarbete mellan olika discipliner har hjälpt till att bättre kartlägga hur vi kan arbeta vidare med vårt kulturhistoriskt värdefulla byggnadsbestånd avseende material, metoder, isolerings- och installationsteknik m.m.

Det byggnadsbestånd som vi idag betraktar som kulturhistoriskt värdefullt är omfattande, mångfacetterat och har mycket skilda förutsättningar när man står inför en energieffektiviserande åtgärd.

Ett problem för byggnadsvården är att byggsektorn idag till stor del utgörs av nybyggnation vilket medför att utvecklingen och användningen av byggmaterial, byggnadskonstruktioner, installationsteknik är anpassad till denna sektor och ofta är svår att överföra (bygga in) i äldre byggnader. Floran av alternativa och traditionella material är begränsad och i vissa fall kostsam p.g.a. liten produktionsvolym, vilket gör att ett nytt, billigare material ofta byggs in i våra historiska byggnader, utan att man riktigt vet vad det innebär för konstruktionens hållbarhet eller livslängd.

Inom byggnadsvården är utbudet av litteratur som gäller historisk beskrivning av byggnader och bebyggelsemiljöer god. Även böcker om äldre, traditionella byggnads-konstruktioner och

material är väl representerade och under senare år har också en del mer tvärvetenskaplig litteratur rörande klimat, energibesparing etc. tagits fram.

Genom att närmre studera de litteraturlistor som anges i handböcker m.m. av mer tvärvetenskaplig karaktär kan troligtvis mycket kunskap och information spridas ytterligare mellan disciplinerna. Ett visst problem kvarstår dock då äldre litteratur som bl.a. gäller byggnadsmaterial och konstruktioner kan vara svår att få tag på och endast finns i antikvariat eller motsvarande. Nytryck av äldre böcker genomförs mer sporadiskt.

Byggnadsvårdsföreningen har en artikelsamling med sökfunktion som innehåller ett brett innehåll avseende material, metoder och förhållningssätt för åtgärder. Artiklarna är hämtade ur föreningens tidskrift Byggnadskultur varav ett stort antal är relaterade till byggnadsfysik och byggnadsbiologi. (www.byggnadsvard.se)

2.2 Nuläget Byggnadsfysikaliskt

På grund av högre krav på att reducera den energi som används till uppvärmning av byggnader har byggnadsskalet och ventilationssystemet förändrats drastiskt under de senaste 30 åren. Tjockare värmeisolering, nya typer av byggnadsmaterial samt reducerad eller modifierad ventilation har påverkat byggnaders termiska och hygroskopiska egenskaper. Detta har ibland resulterat i nedbrytning av träkomponenter och fuktskador i byggnader i form av missfärgning, mögelpåväxt och ibland rötskador. Befintlig kunskap om byggnaders termiska och hygroskopiska egenskaper baseras på erfarenheter under lång tid, mätningar och simuleringar av traditionella byggnader är inte längre användbara dessa nya lågenergibygnader. Ett antal konstruktioner, som vi vet är fuktkritiska, kommer att bli ännu känsligare i dessa byggnader. Till detta kommer att nya delar av byggnaden kommer att bli känsliga.

Andra viktiga faktorer är ändrade levnadsvanor, såsom högre inomhustemperaturer och ökade fukttillskott. På grund av högre temperatur inomhus blir den relativa fuktigheter mycket låg under uppvärmningssäsongen. Fuktproduktionen i en byggnad på grund av duschning, matlagning, tvättning etc. kommer att få större betydelse i hus med låg ventilationsgrad.

Grunder

Kryprum har byggts under lång tid över stora delar av världen. Förr i tiden byggdes husen på stenmurar. I kalla regioner fungerade denna lösning bra ur fuktsynpunkt, dock behövdes mycket mer energi för uppvärmningen under vintern. Spisens fundament värmden upp luften i krypgrunden året om. Detta minskade risken för höga relativa fuktigheter i krypgrunden. Efterhand började man isolera bottenbjälklaget för att hålla värmen inne i byggnaden. Med nya uppvärmningssystem, el och fjärrvärme, kom inte längre den öppna spisen att användas som värmekälla. Kryprummet blev ett bra ställe att lagra mat, kallt och mörkt. Detta i kombination med höga fuktigheter bidrar till att göra krypgrunden till en riskkonstruktion. Problemen med vissa typer av krypgrunder återkommer periodvis på olika ställen i världen. I Sverige var krypgrunder populära före 1940 och igen på mitten av 1960 talet och 1980 talet. I en rapport från Anticimex (2004) rapporteras att mellan 1990 och 2003, byggdes 56% av Svenska enfamiljshus med krypgrund. Detta visar att byggindustrin fortfarande föredrar att bygga med krypgrund. En platta på mark är normalt av betong, men ofta finns trämaterial i anslutning till plattan. Det är därför viktigt att byggfukten i betongplattan får torka ut ordentligt innan något fuktkänsligt material läggs på plattan, eller att man applicerar en ångspärr mellan materialet och plattan. De skador som finns är ofta i de hus där värmeisoleringen lagts ovanpå betongplattan mellan träreglar. Otillräcklig fuktspärr mellan trä och betong eller användandet av impregnerat trä utan fuktspärr är ofta anledningen till dessa

skador. Sedan man började värmeisolera betongplattan undertill har skadorna minskat drastiskt.

Ytterväggar

Trättytterväggen har gradvis förändrats från en massiv timmerkonstruktion, utan extra värmeisolering, till en lättviktskonstruktion med skikt av tjock värmeisolering. Idag är den dominerande typen av ytterväggar en träregelkonstruktion med en tunn puts på utsidan av en yttre värmeisolering samt en ångspärr på insidan. Träet är i denna typa av konstruktion placerat i en varm och torr miljö. Den känsligaste delen i en modern yttervägg är normalt anslutningen mellan fönsterbåge och yttervägg. Vissa problem har också uppstått i den yttre putsen i form av sprickor och biologisk påväxt. I en välbyggd, lufttät yttervägg av denna typ har vi normalt inte några fuktskador. Det har dock i vissa fall konstaterats att vatten eller fukt kan ta sig in genom små öppningar i anslutning till fönster eller balkonger och stängs inne i konstruktionen med svåra fuktskador som följd.

Tak och vindar

Mögelskador på trä på vindar, orsakad av höga fuktnivåer, har ökat i Sverige under de senaste tio åren. Den främsta orsaken är tjockare värmeisolering i vindsbjälklaget samt frånvaron av värme från en varm skorsten eller från värmeläckage från bostadsutrymmet. Tjockleken på värmeisoleringen från 60-talets 75 – 85 mm ökat till dagens ca 400 mm.

En anledning att ventilerat bostadsutrymme var att ventilerat bort värme som läckt upp på vinden från bostadsutrymmet, och därigenom hindra snösmältning och bildandet av istappar på yttertak. Vid normal ventilerat av ett välisolerat vindsutrymme blir temperaturen ungefär lika med den som råder utomhus. Den ursprungliga anledningen till att man ventilerade vinden är inte längre tillämplig. Det kan finnas andra orsaker till att man vill ventilerat vinden, t.ex. för att ventilerat bort fuktig luft som tagit sig upp på vinden från bostadsutrymmet genom diffusion eller genom luftläckage. Det finns emellertid också nackdelar att ventilerat vinden. Vindtrycket mot en byggnad kan ibland skapa ett undertryck på vinden, vilket ökar luftläckaget från bostadsutrymmet till vinden. Nattetid kan himmelsutstrålningen sänka temperaturen på innertaket på vinden så mycket att uteluften som kommer in på vinden kondenserar mot insidan av yttertak, vilket leder till ökad relativ fuktighet i vindutrymmet.

Beräkningsverktyg

En rad energiberäkningsprogram finns idag på marknaden. För att kunna använda dessa på rätt sätt krävs kunskaper i byggnadsfysik, installationsteknik och byggnadsteknik samt tillgång till, eller förmåga att själv ta fram relevanta indata till beräkningar. Först då kan det beräknade resultatet spegla den verkliga energianvändningen hos den färdiga byggnaden. Alltför ofta har programmen för energiberäkningar använts för att se till att man uppfyller de krav som byggnormen i stället för att beräkna den verkliga energianvändningen för en byggnad. Vid ett flertal studier då man med mätningar följt upp verklig energianvändningen har man funnit att denna ofta vida överstiger den vid projekteringen beräknade. Modeller för ren värmetransport och temperaturberäkningar har under lång tid utvecklats och verifierats mot mätningar. Det finns idag goda beräkningsprogram i både två och tre dimensioner, med god noggrannhet och korta beräkningstider, även för komplicerade konstruktioner. Dessa används tyvärr alltför sällan t.ex. för att beräkna värmeflöden vid köldbryggor, hörn eller knutpunkter. Olika typer av modeller för fukttransport har under årens lopp utvecklats. En typ av modeller beskriver medelfuktnivåns utveckling med tiden uppskattas med hjälp av kombinationer av analytiska och empiriska relationer för olika randflöden. En annan typ av modeller bygger på partiella differentialekvationer, t.ex. Luikow (1966). Värdet på olika parametrar och relationer, t.ex. fuktflödeskoefficienternas temperaturberoende, fås ofta från

en blandning av antaganden och mätningar. Kombinerad värme och fukttransport i är en komplicerad icke-linjär process som varierar med fuktighet och temperatur. I vissa material såsom trä försvåras beräkningarna ytterligare på grund av träets polära anisotropi.

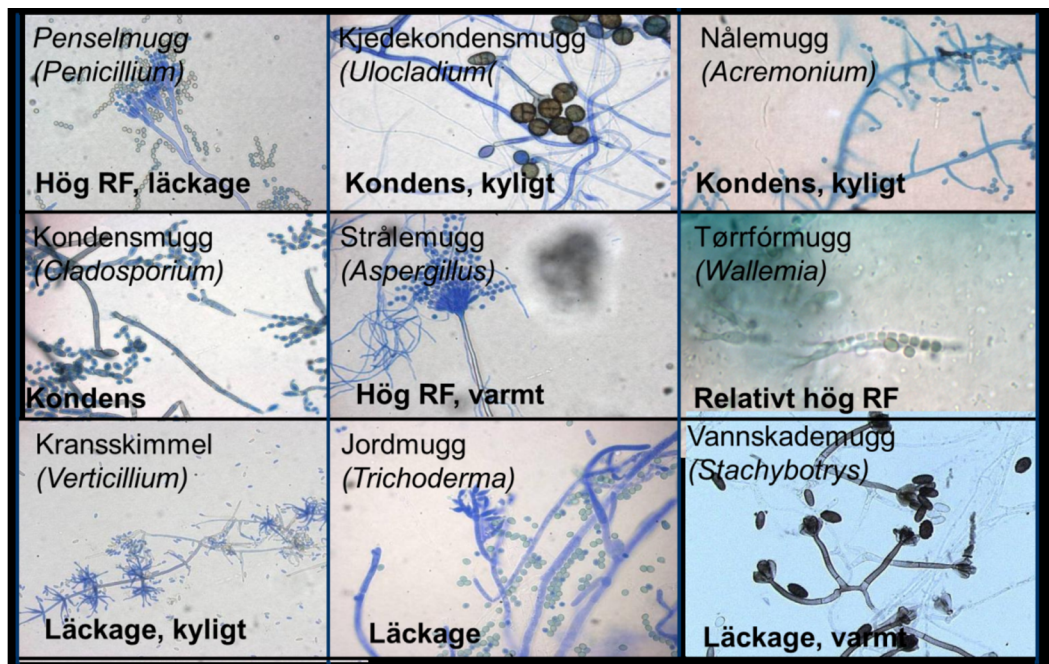
Det finns en god del generell litteratur inom byggnadsfysiken, men i begränsad omfattning praktisk fokus på gamla byggnader och byggnadsmaterial. När det gäller historiska byggnader, och särskilt kulturhistoriskt värdefulla byggnader, är relevant litteratur sparsamt förekommande. Det har i senare tid kommit någon litteratur, så som ”Hållbar och varsam renovering och energieffektivisering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader – en förstudie” (SP Rapport 2011:48) och något motsvarande rapporter från Riksantikvaren i Norge. Gemensamt för dessa är emellertid att de i liten grad och då endast ytligt och generellt berör aktuella problemställningar.

Frågeställningar som till exempel beskriver hur fuktigheten ändras vid bruks- eller konstruktionsändringar är mycket centrala, men lite klarlagda. Effekter av ändringar i klimatbelastning är också lite klarlagda.

2.3 Nuläget Byggnadsbiologiskt

Så långt vi känner till, är det i Norden (och världen i övrigt) överraskande lite kunskap om hur man undersöker och i detalj bedömer nyanserna i byggnadsbiologiska skador, särskilt i gamla hus. Kunskapen ligger hos enskilda personer och det är lite som är dokumenterat i litteratur, vare sig den är på svenska eller engelska. En del artiklar och böcker har publicerats, men det är få aktörer som har läst dessa.

Förståelsen för att ett angrepp av mögelsvamp, rötsvamp eller träskadeinsekter kan variera stort, beroende på den grundläggande byggnadsfysiken, historisk användning av byggnaden samt vilken aktuell art som är etablerad i en eventuell mögelskada, rötskada eller angrepp av träskadeinsekter är mycket lite känd. Ofta nämns till exempel mögelsvampskador som ett generellt begrepp ”mögel” utan att man skiljer på vilka arter som är etablerade. Med tanke på att olika arter har mycket varierande ekologiska tillväxtkrav, är det helt avgörande att identifiera den aktuella arten eller arterna för att man skall kunna tolka skadan med tanke på orsak och utveckling. Det är ju en väsentlig skillnad om skadan har uppstått på grund av kondensering av vattenånga mot kalla ytor om vintern eller om det har varit en bristfällig ventilation om sommaren. En illustration på hur detta kan variera framgår i figur 2.



Figur 2. Exempel på olika ekologiska tillväxtkrav för mögelsvampar. Populärnamnen är norska eftersom det saknas motsvarande svenska namn.

När man undersöker och bedömer gamla byggnader, är det vanligt att observera olika skador. En del av dessa är gamla, medan andra är nyare eller helt nya. Skador kan dessutom vara utvecklade mycket långsamt genom en lång tid, eller snabbt och på kort tid. Detta är viktiga faktorer att ta med sig i en undersökning. Problemet är att kunskapen om att kunna bedöma ålder och utvecklingshastighet på byggnadsbiologiska skador är närmast frånvarande i branschen.

En förklaring till detta kan vara att de flesta som jobbar med skador är så specialiserade inom ett smalt område, att de sällan får möjlighet till att genomföra en tvärvetenskaplig undersökning och bedömning av skador.

Med tanke på hur omfattande sådana problem är i äldre hus, är det faktiskt mycket lite publicerat. Det finns en del artiklar som på ett generellt sätt tar upp problem med svamp och insekter, men dessa är i liten grad så ingående och detaljerade att de har ett reellt informationsvärde vid en praktisk riskbedömning.

Litteratur som detaljerat beskriver vilka svampar och insekter som förekommer i historiska byggnader är närmast frånvarande, både på nordiska språk och internationellt. Det förekommer några böcker på norska samt en handfull vetenskapliga artiklar som beskriver dessa problemställningar.

Det som finns av relevant litteratur på detta område är gärna en generell vinkling där man har huvudfokus på "moderna" lösningar i form av stora utskiftningar, utbyte till moderna material, användning av impregnerat virke eller svamp-/insektgift. Vidare ligger fokus ofta på generella bedömningar, där man inte tar hänsyn till att byggnaderna har en lång och varierad exponeringshistoria eller att man ofta bör ta hänsyn till speciella antikvariska hänsyn. Dessutom är det ofta mer fokus på symptombehandling än orsaksåtgärder.

En vanlig form för inhämtning av information är sök på internet. Tar man till exempel ett "Google"-sök på en del vanliga ord och uttryck får man följande resultat:

Sökord	Antal träff	Relevant information
<i>Riskbedömning av svampskador</i>	133	Ingen. Endast om skogsskador.
<i>Riskbedömning av svampskador i historiska byggnader</i>	46	Ingen. Det handlade om skador på skog, parkträd, gräsmattor (golfbanor) samt lite och kortfattad (mycket förenklad) information om svampskador i byggnader från firmor som säljer hantverks- eller sanerings-åtgärder.
<i>Svampskador i historiska byggnader</i>	278	Se ovan.
<i>Klimatändringar och svampskador</i>	2	Om skogsskador.
<i>Mögelsvamp i gamla hus</i>	C:a 115.000	Mycket blandad information, från firmor, bloggar och media. Ytterst lite ser ut att vara relevant och egentligen inget handlar om problemställningen kring undersökning och riskbedömning av skador i gamla hus och hur man hanterar detta.
<i>Hästmyror i gamla hus</i>	C:a 2.020	Se ovan.

Sammanfattningsvis kan man säga att det finns ytterst lite relevant information om problem med byggnadsbiologiska problemställningar i gamla byggnader (och nya) via internet. Ofta förekommer det inte någon aktuell information om man söker på en detaljerad nivå, och söker man generellt drunknar man omedelbart i alltför många träffar. Det är därför i princip omöjligt att orientera sig i all information – inte minst för att kunna skilja mellan en objektiv, korrekt och relevant information på den ena sidan och all subjektiv, fragmentariska och irrelevanta information som ytterst starkt dominerar på internet.

Det är därför både för professionella aktörer och amatörer inte möjligt att kunna hitta nödvändig (objektiv, korrekt och relevant) information på internet utifrån dagens situation.

Det skall nämnas att det är möjligt att hitta mer djupgående information via internet, men detta kräver en ingående kännedom till relevanta vetenskapliga miljöer och detaljer om byggnadsbiologi – något få aktörer i marknaden har.

2.3 Kunskapsbehov

Byggnadsantikvariskt kunskapsbehov

Inom byggnadsvården och bland antikvarier finns det en mycket skiftande kunskap vad gäller byggnadsfysik. Allmänt är kunskapen om traditionella material och äldre byggnadskonstruktioner relativt god medan kunskap kring bedömning av byggnadsfysikaliska skador och vilka åtgärdsbehov som kan föreligga är olika, allt beroende på skadans art och omfattning.

Inom det byggnadsbiologiska fältet är allmänkunskapen lägre än den byggnadsfysikaliska. Sannolikt är kunskapen relaterad till vilka byggmaterial och konstruktioner som är dominerande i den en region man arbetar i. Skadeinsekter är främst relaterat till trähusbebyggelse varför man kan förvänta sig en större kunskap om detta i områden med trähus. Motsvarande gäller möjligtvis för regioner med stenhus och fuktproblem där mögel och annan biologisk påväxt är mer påtaglig.

Sammantaget kan man av naturliga skäl utgå från att antikvariens kunskap avseende byggnadshistorik, byggnadsfysik och byggnadsbiologi är regionalt betingad.

Antikvariens styrka ligger i kunskapen om var att söka information (arkivmaterial etc.) om byggnadens historia, vilket bland annat omfattar äldre byggbeskrivningar, ritningar, brandförsäkringshandlingar, fotografier, litteratur mm. I de fall arkivmaterialet är ringa eller helt saknas kan antikvarien även göra en byggnadsarkeologisk undersökning för att bättre kunna ta reda på eller fastställa vilka material och konstruktioner som ingår i konstruktionen samt vilka förändringar som en byggnad har genomgått.

Byggnadsfysikaliskt kunskapsbehov

Byggnadsfysiken är generellt väl utvecklad vad gäller teori och beräkningsverktyg. Uteklimatet är ofta en avgörande faktor för hur en byggnad skall klara sig. Idag saknas dimensionerande klimatdata för olika konstruktioner. Sådana data måste tas fram för att det ska vara möjligt att genomföra dimensionerande byggnadsfysikaliska beräkningar för olika konstruktioner och konstruktionsdelar. En annan osäkerhet ligger i den materialdata som används i olika beräkningsprogram. Kvaliteten på denna måste kunna bedömas men också behöver hjälpmedel för att välja rätt materialdata utvecklas. Exempelvis finns det idag ett trettiotal olika materialdata för tegel, hur ska konsulten veta vilken av dessa som ska väljas i beräkningarna. Riktlinjer för hur detta ska göras bör utvecklas. Ett mera allmänt behov är byggnadsfysiker i sig. Det råder brist på kompetenta byggnadsfysiker i Sverige, fler måste utbildas.

Byggnadsbiologiskt kunskapsbehov

Det är en klar brist på kunskap om hur man riskbedömer byggnadsbiologiska problemställningar i historiska byggnader. Dessutom är den bristfälliga tillgängligheten av den kunskap som trots allt existerar ett grundläggande problem. Det samma problemet gäller för olika åtgärder som är aktuella vid skador och vilken effekt de faktiskt har.

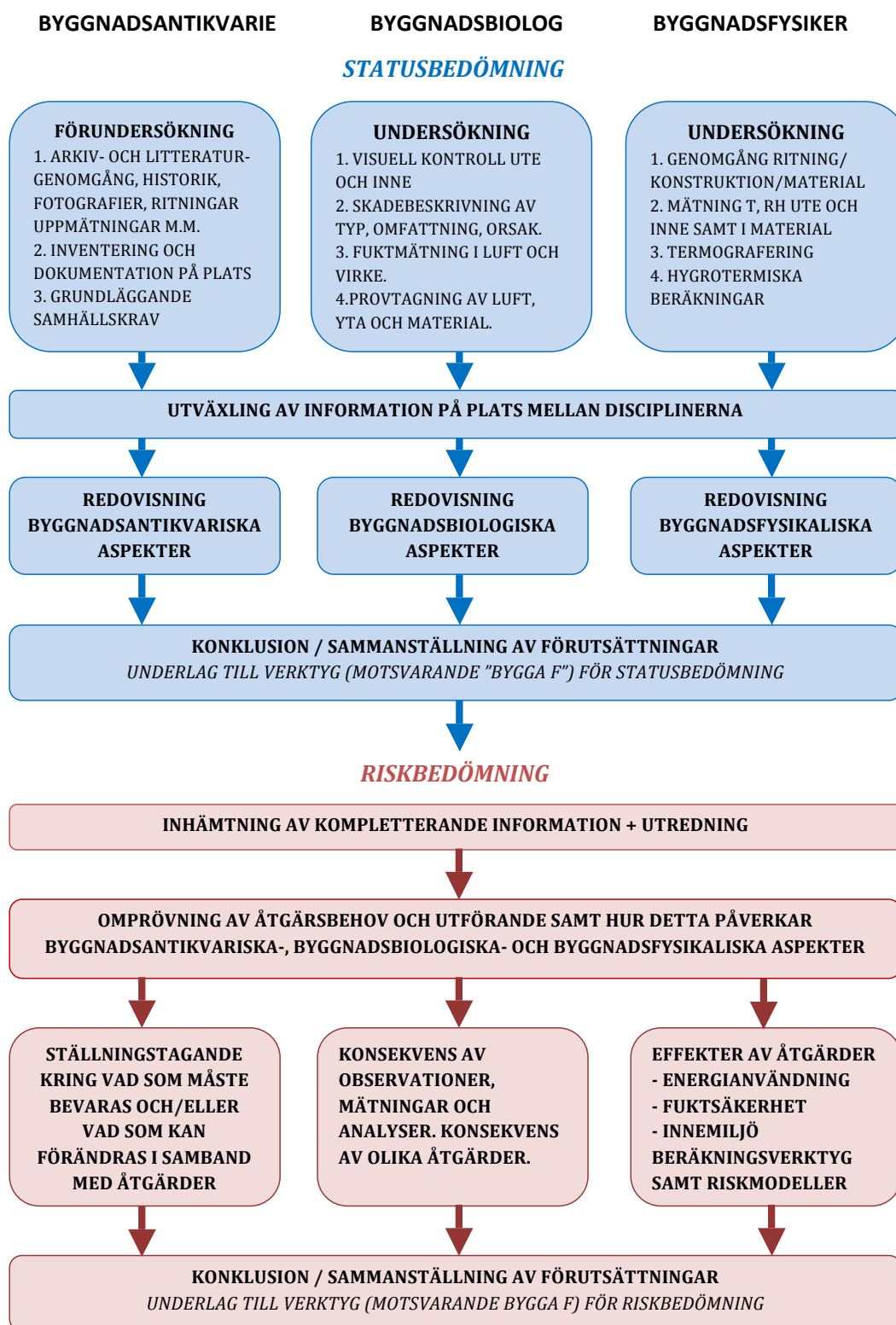
3. Genomförande

Projektets genomförande har präglats av arbetet med att, utifrån deltagarnas olika bakgrund och nuvarande arbetssätt, försöka utveckla nya metoder för statusbestämning av befintlig byggnad samt riskbedömning av åtgärder. Målet har varit att skapa en samsyn och helhetsbild.

3.1 Statusbestämning samt riskbedömning av åtgärder i historiska byggnader

Metod

Att utföra en riskbedömning av befintliga och framtida problem och skador är komplicerat. Ingen komplett metod för att hantera detta används idag. För att göra en korrekt riskbedömning kräver kunskap om ett antal faktorer. Arbetet med att utveckla en metod för fastställande av statusbestämning och riskbedömning av energibesparande åtgärder i historiska byggnader involverar att olika experter arbetar tillsammans. I detta projekt begränsar vi oss till att byggnadsfysiker, byggnadsbiologer samt byggnadsantikvarier. Andra relevanta discipliner kan lätt inkorporeras och metoden kompletteras vid behov. Genom täta möten och diskussioner med ett mål för att förstå mer om varandras specifika områden och sätt att tänka, har en första gemensam metod utvecklats. Input har varit redan utvecklade metoder eller riktlinjer inom de olika inriktningarna.

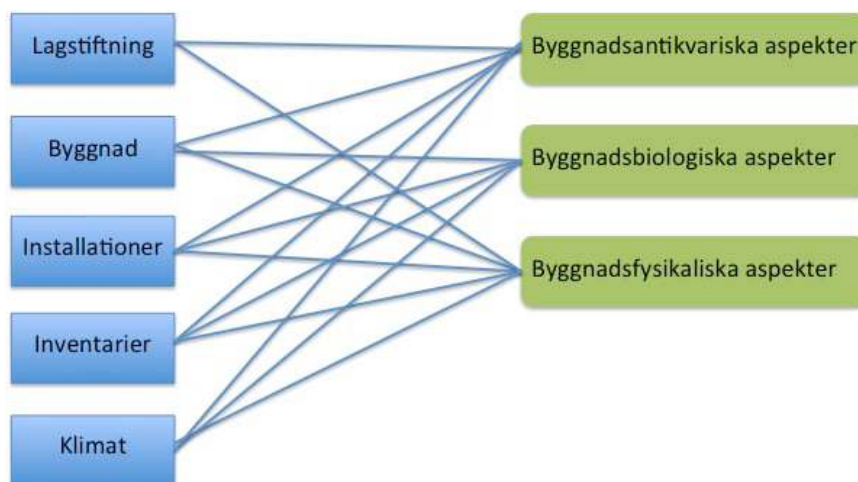


Figur 3 Vid undersökning av historiska byggnader måste flera olika aspekter beaktas för att få till stånd en optimal förståelse och utvärdering av nuvarande situation. Bilden sammanfattar arbetsflödet i utvecklad metod med arbetsnamnet "3B-metoden".

Arbetet har resulterat i en metod med arbetsnamnet ”3B-metoden”. Metoden innefattar **B**yggnadsfysikaliska, **B**yggnadsbiologiska samt **B**yggnadsantikvariska aspekter i befintlig byggnad samt riskbedömning av planerade åtgärder. Vart och ett av de tre områdena har behandlats på ett likartat sätt vilket gör det möjligt att hantera dem alla i samma system. Systematiken i metoden är inspirerad från ByggaF-metoden (Mjörnell et al. 2012), som är utvecklad för att bedöma fuktsäkerheten i byggnader under hela byggprocessen. Byggnadsfysikdelen handlar om energieffektivitet, fuktsäkerhet, ventilation och inomhusklimat, men också byggteknik. Ett antal checklistor kommer att användas för att täcka och bedöma de olika byggnadsfysikaliska aspekterna. Den Byggnadsbiologiska delen handlar om förekomsten av olika typer av svampar och insekter. Exempel på checklistor har utformats för att underlätta möjligheten att bedöma graden av angrepp och hur farligt det är, men också anledningen till angreppet samt sättet att minimera de framtida effekterna (Mattsson 2010). Det är viktigt att skilja mellan gamla, inaktiva och pågående aktiva angrepp av olika typer av biologisk nedbrytning. Man måste också kunna bedöma förekomsten av organismer under de aktuella byggnadsfysikaliska förutsättningarna som kan orsaka lämpliga betingelser för biologisk nedbrytning. Dessutom är det viktigt att skilja mellan arter som lätt kan vidareutvecklas även vid låga värden på luftfuktighet och de som dör ut om den inte är mycket fuktigt. Denna kunskap och förståelse är i själva verket grunden för att kunna bedöma konsekvenserna av olika åtgärder för energieffektivitet i byggnaden i fråga. Byggnadsantikvariska aspekter behandlar byggteknik, traditionella byggmaterial och kulturhistoriska värden. Värden av kulturhistoriskt värdefulla byggnader styrs av vissa allmänna principer och särskilda krav och lagstiftningar, baserat på varje byggnads individuella kulturhistoriska och tekniska egenskaper. Några generella riktlinjer är; bevara karaktären, med hjälp av minimalt invasiva procedurer, förebygga skador, med hjälp av traditionella material och traditionella tekniker. Detta innebär inte nödvändigtvis utesluta modern teknik så länge som det bevarar både karaktär och livslängden av byggnaden, både i sin helhet och i detaljer.

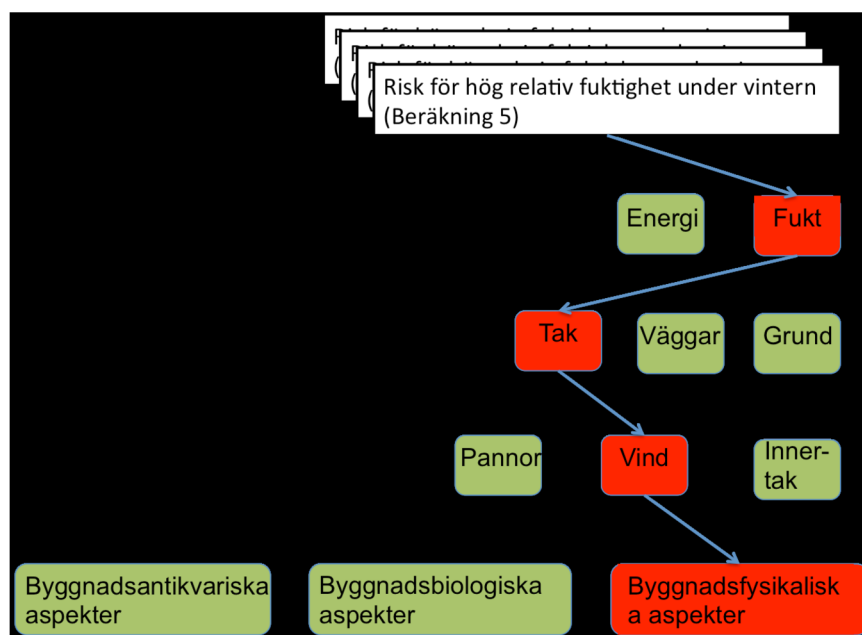
Metoden är uppbyggd som fem moduler:

1. Byggnaden (byggnadsskalet)
2. Inventarier (lösa och fasta)
3. Installationer
4. Klimat (ute, inne)
5. Gällande lagstiftning och regler (informativ del)



Figur 4. BBB-metodens fem moduler.

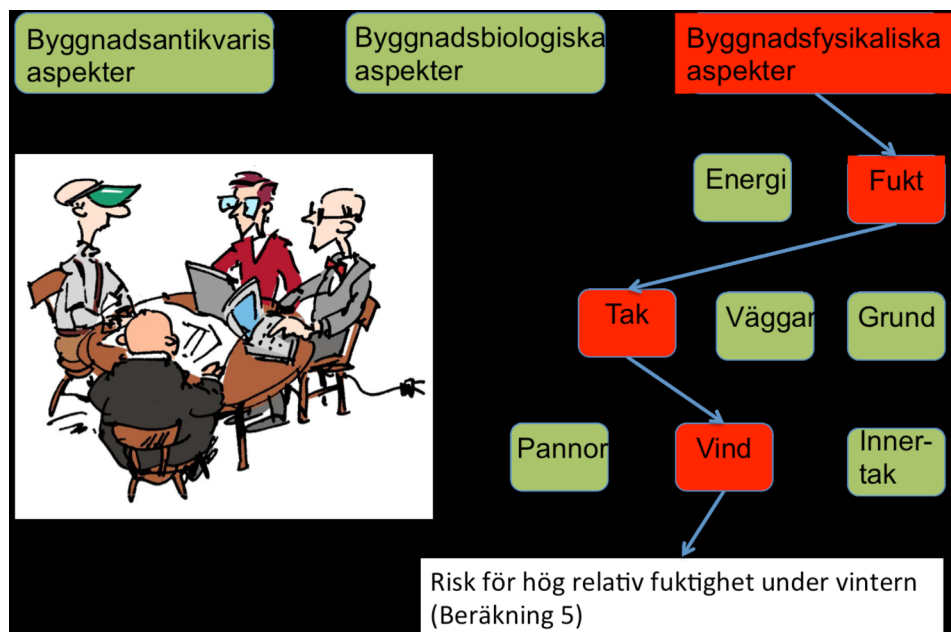
Informationen byggs upp av de olika experterna, nerifrån och upp. Alla detaljer behandlas och resultatet sätts successivt ihop till större och större enheter och moduler som antingen är godkända eller inte godkända. I Figur 5 visas en schematisk bild över processen.



Figur 5. "Nedifrån och upp" processen. All information sätts successivt ihop i större och större enheter. Syftet är att ge en lättförståelig översikt som t.ex. kan utgöra en bas för beslutsfattare.

När statusbestämningen är gjord, är det mycket lättare att se vad som behöver göras och vad som är mest angeläget att ta hand om. Olika åtgärder och hur de kan påverka andra delar i systemet måste bedömas. Ett slags riskbedömning måste göras; i detta skede introduceras en enkel sådan.

Sammantaget ger resultatet av förfarandet en översikt över den nuvarande statusen av byggnaden men även möjligheterna för att kunna genomföra olika åtgärder. Det bildar en mer holistisk bas för beslutsfattare att kunna besluta vad man ska göra och till vilken risk. Nu används resultatet på andra håll, "topp till botten". Om en modul inte godkänns, är det möjligt att gå neråt i hierarkin och i detalj hitta orsaken till att en särskild del har underkänts. Orsaken kan då hittas i någon av de tre olika huvud delarna; Byggnadsfysikaliska, Byggnadsbiologiska eller Byggnadsantikvariska aspekter.



Figur 6. Översikten av statusen av byggnaden visas med hjälp av färgade rutor. För mer detaljerad information är det möjligt för beslutsfattare eller konsulter att få mer och mer information om bakgrunden till olika problem eller skador.

En utmaning i "Byggnadsantikvariska aspekter" är att hitta nivåer, adekvat information och riktlinjer så att kulturella och historiska värden kan identifieras och bevaras. Som användare av metoden måste man också vara medveten om, och acceptera, att bevarandaspekter inte alltid leder till optimala förbättringar och vice versa. En annan utmaning är att göra hela metoden användarvänlig. För historiska byggnader av traditionellt utförande behöver en lämplig balans uppnås mellan byggnadsvård och åtgärder för att förbättra energieffektiviteten så att bestående skador kan undvikas både avseende byggnadens karaktär, betydelse och dess typ. (English Heritage. 2012)

Att förstå vad som utgör det särskilda intresset eller betydelsen i en historisk byggnad kräver erfarenhet. Mycket ofta måste tekniska, filosofiska och estetiska konflikter lösas och ibland kan det krävas mycket kreativa lösningar för att lösa problem. Under sådana omständigheter finns det ingen ersättning för kunskap och skicklighet hos kvalificerade och erfarna professionella rådgivare, såsom arkitekter eller besiktningsmän specialiserade på historiska byggnader. Sådana människor har både den tekniska förmåga och breda kunskaper i historiska byggnader så att korrekt information avseende underhåll och anpassning kan utarbetas. Deras råd kan därmed förhindra skador och onödiga kostnader, (English Heritage. 2012).

För att kunna föreslå åtgärder i en befintlig byggnad, är det viktigt att veta statusen på byggnaden i utgångsläget. Man måste få en klar bild av hur den befintliga byggnaden fungerar byggnadsfysikaliskt idag (och kanske även hur det var tänkt att fungera från början), med tanke på värme-, luft- och fukttransport i material och konstruktioner och vilket inflytande olika förändringar kan ha. Villkoren för material och strukturer måste bestämmas med hänsyn till fuktexponering, mögel, rötsvamp och träförstörande insekter. Detta har betydelse både på det eventuella behovet av reparation eller utbyte, och i utvärderingen av risken för en eventuell vidareutveckling av redan etablerade skador, såsom t.ex. i fall med torra rötskador.

På grund av det faktum att skador orsakade av biologisk nedbrytning i gamla byggnader är ett

resultat av en ackumulerad skadeutveckling genom byggnader livslängd, är det viktigt att klargöra när och varför skadorna har etablerats och vad den årliga utvecklingen har varit (Mattsson 2010). Sådan kunskap om skadorna ger ofta en detaljerad förståelse både vad den allmänna risken för biologisk nedbrytning i själva byggnaden är och konsekvenserna av en eventuell vidareutveckling. Även utebliven förväntad attack ger information som måste beaktas och analyseras. En noggrann beskrivning av det ursprungliga tillståndet underlättar val av åtgärder och minskar risken för biverkningar såsom fukt och dåligt inomhusklimat. I de fall då risk för minskad luftomsättning föreligger, kan lämpliga åtgärder planeras och genomförs innan skador och klagomål uppstår.

Att genomföra energieffektivitetsåtgärder i gamla byggnader är en utmanande uppgift. Genom att använda ett tvärvetenskapligt angreppssätt, är det möjligt att bedöma hur byggnaden har fungerat hittills och vilka konsekvenser olika förändringar i användning och konstruktion kan ha. Detta ger en möjlighet att optimera åtgärder avseende energieffektivitet medan man samtidigt kan bevara kulturvärden, minska risken för uppkomst av svamp- och insektsskador och dåligt inomhusklimat.

Speciellt att tänka på avseende byggnadsantikvariska aspekter

En förundersökning bör alltid göras inför alla ändringar men omfattningen beror på byggnadens kulturvärden och åtgärdens omfattning. I enklare fall kan några foton av berörda byggnadsdelar vara tillräckligt. I mer komplicerade fall fordras att förundersökningen utförs av en sakkunnig antikvarie.

Enligt PBL ska kontroll av kulturvärden göras av särskild sakkunnig om detta finns angivet i kontrollplanen.

Förundersökningen bör innehålla arkiv- och litteraturgenomgång, historik, fotografier, ritningar uppmätningar m.m. Dessutom behövs en konsekvensbeskrivning (en motsvarighet till miljökonsekvensbeskrivning) där det framgår hur man avser tillgodose varsamhetskraven kontra andra grundläggande samhällskrav. Beskrivningen är en analys av vad en föreslagen ändring/åtgärd får för följder för byggnadens kulturvärde.

Speciellt att tänka på avseende byggnadsfysikaliska aspekter

Vilket klimat har byggnadens olika delar utsatts för och hur har de ingående materialen reagerat på detta klimat. Vilket inneklimat har byggnaden haft, vilken fuktbelastning och ventilation har funnits, vilka temperaturer har denna varierat med årstiden. Vilka värmeisolerande material finns och var i konstruktionen finns de, vilka fuktskyddande material finns, fyller de fortfarande sin funktion. Speciellt hörn, övergångar mellan olika material samt genomföringar bör noggrant undersökas. Allt detta är exempel på bedömningar som måste dokumenteras för att skapa ett underlag för eventuella kommande åtgärder. Kompletterande beräkningar samt termografering av valda delar brukar krävas för att bilden av nuvarande status ska kunna bestämmas på ett tillfredställande sätt.

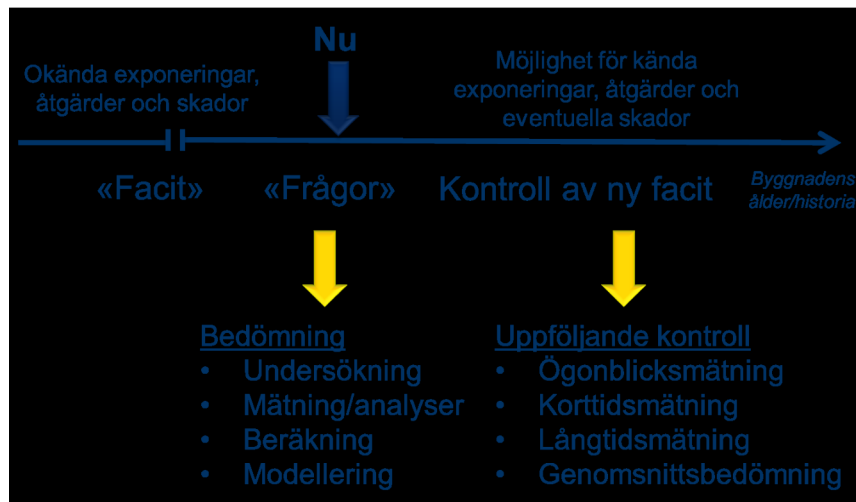
Speciellt att tänka på avseende byggnadsbiologiska aspekter

Gamla hus har varit utsatt för en individuell långtidsexponering. Genom lång tid har det varit olika belastningar och gjort många åtgärder. Detta betyder att eventuella skador, och inte minst frånvaro av skador, visar hur huset har fungerat genom lång tid. Denna situation representerar ett genomsnitt av den belastningen som huset har varit utsatt för. Skadorna kan ha uppstått på grund av en eller flera orsaker:

- Långtidsexponering av klimatiska förhållanden och de byggnadsfysiska förutsättningarna.

- Medellånga perioder av användning och bristande underhåll.
- Kort, extrem belastning av skador, läckage och extremväder.

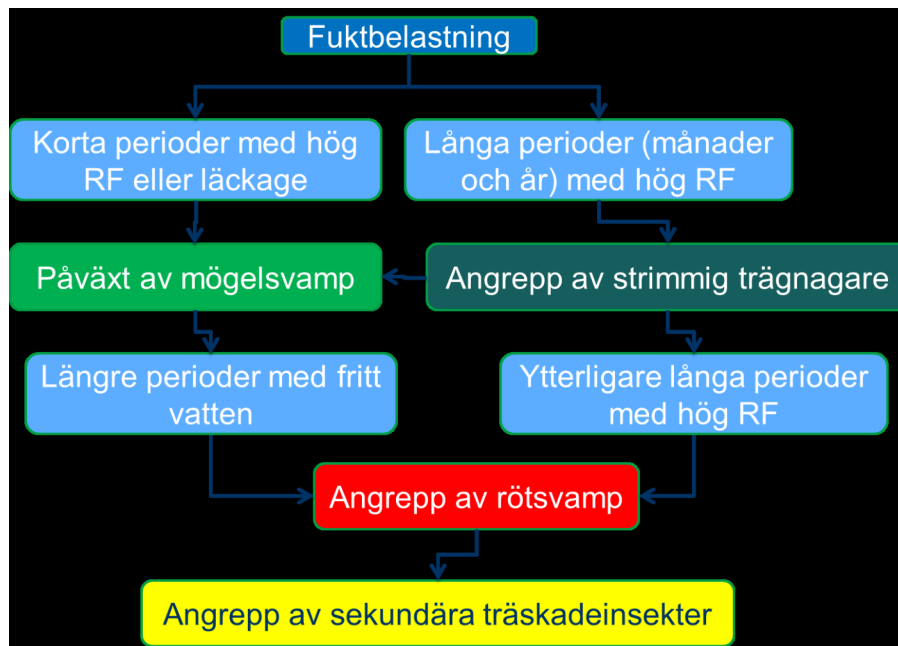
Vid en ”nu-situation” måste man ha förståelse för den historiska belastningen som har varit och de kommande belastningarna som huset blir utsatt för i samband med olika energieffektiviseringsåtgärder (figur 2).



Figur 7. Historisk exponering kan ge svar på de frågor man har vid en bedömning. Framtidiga undersökningar kan justera bedömningarna.

Det är en utmaning att bedöma risk för skador och eventuellt etablerade skador. Hur allvarlig är ett mögelangrepp, en rötskada eller ett insektangrepp? Är det aktivt, inaktivt eller utdött? Är det behov för reparation, förstärkning eller kemisk bekämpning? Varför har skadorna uppstått och eventuellt stoppat upp? Vilken risk är det för en vidare utveckling och hur snabb är i så fall en vidare skadeutveckling? Hur skall man kunna följa med på situationen i framtiden?

Generella beräkningar är svåra att anpassa till ett hus eftersom detta som regel har varit utsatt för varierande exponeringar genom lång tid. Etablerade skador kan dock emellertid visa vilken sorts belastning det har varit. Det är en betydlig skillnad i fuktbelastning om det enbart är en påväxt av mögelsvamp (veckor) eller påföljande skador av kvalster i mögelsvampangreppet (3-4 månader), rötsvamp (månader/år) och sekundära träskadeinsekter (flera år) (figur 8).



Figur 8. Etablerade skador visar vilken fuktbelastning som förorsakat skadorna.

Förekomst av etablerade skador säger emellertid inte nödvändigtvis hur gammal skadan är eller hur snabbt den har utvecklat sig. Ett kraftigt nedbrutet virke på grund av en rötsvamp eller ett angrepp av strimmig trägnagare kan vara både gammal eller helt ny. I samband med bedömning av om det är behov för åtgärder eller inte, är det viktigt att kunna avgöra om det är en ny och aktiv skadeutveckling eller om det är en gammal och inaktiv skada.

Man har som regel en viss möjlighet till att kunna bedöma skadans ålder utifrån kunskap om byggnadens ålder, historia och användning. Dessutom kan man ofta bilda sig en uppfattning om angreppets ålder och aktivitet om man i detalj undersöker den etablerade skadan – gärna i kombination med kartläggning av byggnadsfysiken.

Byggnadsantikvarisk riskbedömning

Riskbedömningen är avhängig av statusbestämningens detaljeringsnivå samt i möjligheten att på plats kunna delge information, och inte minst frågeställningar, som rör de olika disciplinområdena. Detta i sin tur innebär en synergieffekt som ger en god översikt men även en mer djuplodande kunskap om hur en byggnad är konstruerad och fungerar, samt vilka kulturvärden den har och var dessa specifikt finns.

Metoden för riskbedömning har fördelen av att fungera som en tvärvetenskaplig checklista/kontrollplan, där varje moment behöver/måste stämmas av så att man steg för steg når fram till en hållbar åtgärd som står i samklang med byggnadens förutsättningar och kulturhistoriska värden.

Allmänt gäller varsamhetskravet i PBL d.v.s. kravet på varsamhet vid ändring av byggnader. Kravet gäller alla byggnader, små och stora, nya och gamla. Lagen förbjuder inte ändringar men uppmanar till aktiv handling. Man ska uppmärksamma och identifiera de värden som finns i utgångsläget (statusbestämningen) och eftersträva lösningar som tar hänsyn till dessa värden och till byggnadens karaktär (riskbedömningen).

Byggnadsfysikalisk riskbedömning

Inom projektet har beräkningsprogrammet WUFI 1D utvärderats och validerats för att kunna användas i bedömning av befintlig byggnad samt för att prognostisera effekten av energieffektiviserande åtgärder i Byggnader. Arbetet har fokuserats på ytterväggar i sin helhet utan närmare fokus på detaljer.

Jämförelse mellan blinda beräkningar och mätningar visar att det finns möjligheter att använda WUFI 1D som både prognosverktyg samt för att bedöma befintliga konstruktioner. Eftersom det omgivande klimatet är en viktig faktor för byggnadsskalets miljö är det viktigt så noggrant som möjligt känna detta vid verifierande beräkningar. I prognoser för framtida hygrotermiska förhållanden i väggar eller andra byggnadsdelar bör det påtalas att det inte går att beräkna exakta förhållanden, varför marginaler bör finnas.

Utdata från WUFI består i prognoser för hur temperaturer och fuktigheter varierar med tiden i olika delar av en konstruktion. För att förenkla bedömningen av dessa resultat har inom projektet ett hjälpmedel till WUFI utvecklats. En vid LTH nyutvecklad mögelmodell, MRD-modellen, har implementerats i form av en postprocessor. När en WUFI-beräkning genomförts kan man peka på olika delar av den aktuella konstruktionen och direkt få en bedömning av mögelrisken i en viss del under antagen klimatpåverkan. Även denna del bör naturligtvis testas och vidare utvecklas.

Befintlig klimatdata i WUFI tenderar också att ge ”snällare” resultat jämfört med beräkningar utförda med uppmätt klimat i omgivningen av de studerade objekten. Avvikelser mellan beräknade och uppmätta värden ses under i de fall som här testats främst vintertid. Det finns således ett behov av ”dimensionerande klimatdata” för att på ett säkrare sätt kunna bedöma framtida risker med olika konstruktioner i olika klimat.

I samband med att WUFI verifierats för svenska förhållanden redovisas kort några av de erfarenheter vi gjort. I några av objekten har studerade väggar försetts med en yttre isolerskiva av mineralull på utsidan av stommen, mot luftspalten. Detta har givit ett gynnsammare klimat för träregelstommen. De tjocklekar på skivan som har använts har dock inte visat sig varit tillräckliga för att säkerställa ett klimat för träregelstommen som uppfyller kraven enligt BBR. En studie visar vikten av att ha en väl ventilerad och dränerande luftspalt bakom det yttre fasadskiktet. Studien visar, utan hänsyn taget till inträngande slagregn, att en konstruktion med undermålig ventilation i luftspalten inte klarar ställda krav på fuktsäkerhet jämfört med kraven enligt dagens BBR. Slagregnmängden som träffar fasaden varierar från ort till ort. Detta medför att väderstrecket ibland kan ha en avgörande betydelse för vilken fasad som blir dimensionerande ur fuktsynpunkt. Med ökade isolertjocklekar i väggar så ökar risken för fuktskador. Med ökade vägg-tjocklekar ökar mängden byggfukt som kan byggas in samtidigt som sträckan som vattnet ska transporteras blir längre. Den största faran ligger dock i att andelen vägg som blir utsatt för ett sämre klimat, med risk för mögelpåväxt, utgör en allt större andel av den totala tjockleken. Dessa risker går att eliminera, men för att åstadkomma detta är det mycket viktigt att man redan i projekteringsstadiet tar hänsyn till samtliga möjliga fuktkällor samt att alla i processen är medvetna om riskerna och vilka metoder och möjligheter som finns för att undvika skador.

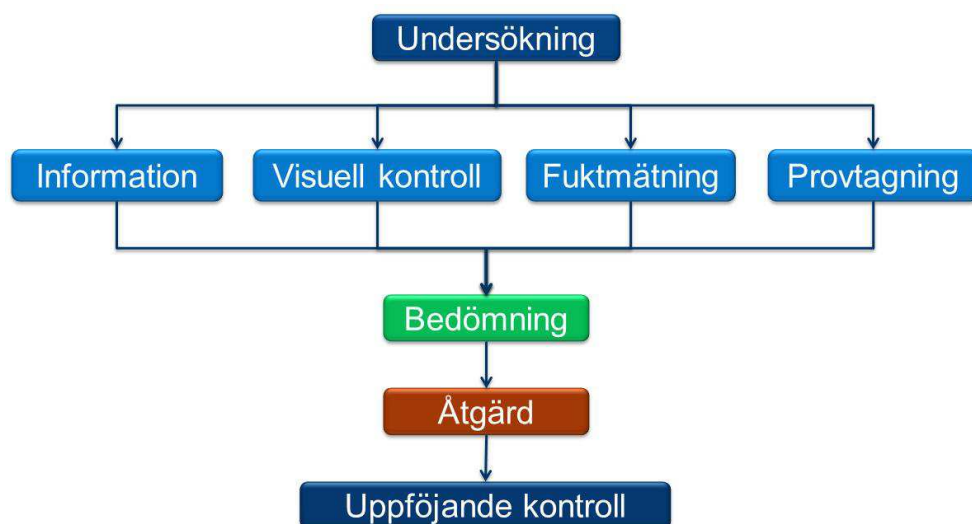
För att klara dagens krav på fuktsäkerhet enligt BBR så måste utförligare fuktsäkerhetsprojektering genomföras om väggarnas tjocklek överskrider cirka 200 mm så att man kan säkerställa att de yttre delarna av stommen inte utsätts för en relativ fuktighet som kan leda till mögelpåväxt. Studien visar också att det går att lösa problematiken genom att använda en diffusionsöppen hård mineralullsskiva på utsidan av regelstommen för att ändra

klimatet till det bättre. Den nödvändiga tjockleken på isolerskivan varierar beroende på omgivande klimat, tjockleken på innanför liggande isolering, byggsystem mm. Ju tjockare isolering mellan reglarna desto tjockare skiva krävs på utsidan av reglarna för att skydda desamma.

Studien visar också att väl ventilerade luftspalter måste säkerställas för att ytterväggarna inte ska drabbas av fuktskador. Stående läkt är att föredra eftersom dessa ger såväl ventilation som dränerande funktion.

Riskbedömning av biologiska skador

Om man ser skador, är det ingen tvekan om att det har skett en skadeutveckling. I många fall ser man emellertid inte nödvändigtvis några skador – antingen för att de är inne i material eller konstruktioner, eller så har de inte utvecklats ännu. Generella antaganden och modeller om byggnadsfysik kan då ge en god indikation på vilka fysiska förhållanden som är och eventuellt uppstår vid ändringar. Detta bidrar till en möjlighet för att kunna förutsäga hur stor risk det är för byggnadsbiologiska skador. Modeller kan emellertid ge en förenklad version av verkligheten, med de för- och nackdelar detta innebär. De kan aldrig med säkerhet förutsäga hur en eventuell skadeutveckling verkligen blir. Generell kunskap kan användas som utgångspunkt, men en individuell bedömning måste alltid göras. Om det sker en ändring av något slag, behövs det en uppföljande bedömning och eventuell kontroll (figur 9).



Figur 9. Skiss av hur en process av riskbedömning kan genomföras.

Ofta är problemställningarna konkreta; Är rötskadan i delar av bjälklaget allvarlig? När och varför har skadorna uppstått? Hur ska man bedöma en skada med hänsyn till skadegrad och konsekvensgrad? Är det någon skillnad om det är ett angrepp av källarsvamp, mögelticka eller äkta hussvamp? Hur stor påverkan har begränsade mängder mögelsvamp? Är risken för påverkan på inomhusklimatet beroende på vilka mögelarter som är etablerade? Har insektsskador någon inverkan på situationen? Är insektsskadorna primära eller sekundära?

För att en komplett bedömning skall kunna genomföras, behövs det en god kunskap om hur man undersöker, bedömer byggnadsfysik, byggnadsekologi, byggnadsbiologi samt hur olika skador åtgärdas. Dessutom behövs det en grundläggande förståelse av hur olika ändringar påverkar gamla byggnader. En del ändringar, till exempel ombyggnad och bruksändringar, är vanligt förekommande och man har därför efter hand ganska bra kunskap om vad som kan hända med både gamla skador och eventuell etablering av nya.

Det finns en tydligt bristande kunskap om vad som händer vid energieffektiviseringsåtgärder i gamla byggnader, särskilt om detta kombineras med moderna material och metoder där man saknar långtidserfarenhet. Typiska resultat av detta är skadeutveckling av mögel- och rötskador samt negativ ändring av inomhusklimatet.

För att man skall kunna uppnå en optimal förståelse om dessa problemställningar hos de olika professionella aktörerna och privatpersoner som äger och jobbar med historiska byggnader, behövs det ett pragmatiskt och praktiskt hanterbart systemverktyg. Detta verktyg måste vara användarvänligt för personer med en varierande bakgrund, och det ligger därför en stor utmaning i att kunna utveckla ett tillräckligt enkelt och robust system, samtidigt som det är tillräckligt detaljerat till att kunna nyansera bedömningarna på ett tillfredsställande sätt.

4. Spridning av resultat

Vi har de senaste åren deltagit på flera olika konferenser som i varierande grad har varit relevanta för riskbedömning av energieffektiviseringsåtgärder. Detta har gett oss möjlighet till att ta reda på vilken kunskapsnivå och vilket fokus de andra deltagarna har. Vi har även haft möjlighet till att kunna förmedla våra erfarenheter och nya kunskap.

Exempel på aktuella konferenser är följande:

- 2nd European Workshop on Cultural Heritage Preservation. Kjeller (2012).
- NSB2014, 10th Nordiska Symposiet i Byggnadsfysik, Lund (2014)
- Internationell konferens, Building Pathology, Porto (2015)
- Nationellt seminarium om fuktskador, Oslo (2013).
- Nationellt seminarium om fuktskador, Oslo (2014).
- Nationellt seminarium om fuktskador, Oslo (2015).

5. Framtidsbedömning och förslag

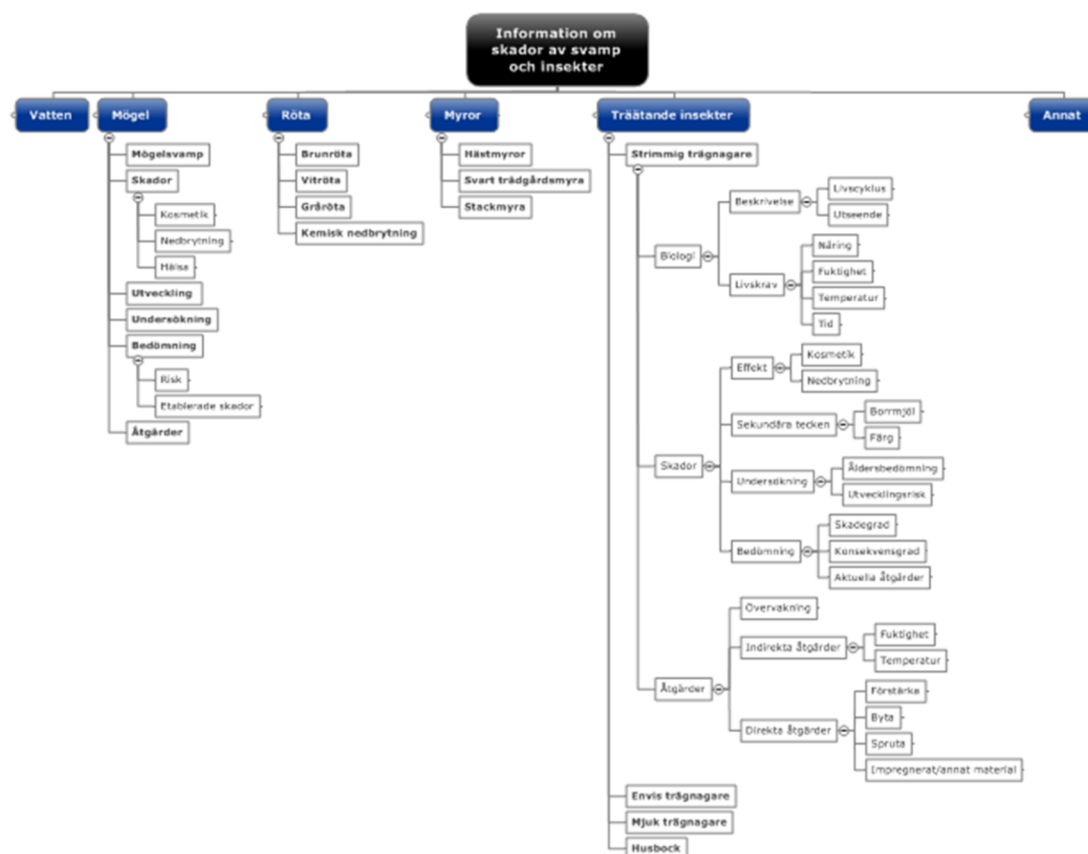
Den utvecklade metodiken bakom B3 behöver utvärderas testas av olika aktörer. Det behövs också ytterligare innehåll, i olika delar och på olika nivåer. Detta arbete hoppas vi kunna genomföra i en direkt fortsättning av pågående projekt men också genom samverkan med andra projekt inom programmet. De olika delarna måste ha en fördjupningsgrad med ytterligare detaljerad information om Byggnadsantikvariska, Byggnadsfysikaliska samt Byggnadsbiologiska orsaker och effekter. Exempelvis bör beskrivningar om organismernas utseende, livscyklar och ekologiska krav sammanställas, varför de orsakar skador, skadeeffekt, undersökning och bedömning samt aktuella åtgärder. Det är också viktigt att kunskap om det praktiska arbetet och tillvägagångssättet kommer fram. Det måste vara en målsättning att man kan ge en sådan detaljerad information att det verkligen hjälper i det praktiska arbetet med riskbedömning.

Informationen kan ges på fyra nivåer;

1. **Generell information** – Vilka typer av problem handlar det om, de vanligaste orsakerna till dem, eventuella regionala skillnader m.m. Detta ska vara känt för alla.
2. **Detaljerad information** – Vad kan man göra för generella undersökningar och hur? Var på/i byggnaden kan det finnas problem? Ett generellt undervisningsmaterial samt utbildningstillfällen bör kunna ge aktuella aktörer en god möjlighet till att använda denna kunskap.
3. **Specialinformation** – hur ser den enstaka skadan ut? Denna kunskap bör med en god handledning kunna användas av många.

4. **Expertinformation** – mycket ingående bedömningsinformation. Endast för ett fåtal personer.

Ett exempel på hur informationen kan struktureras visas i figur 10. De fyra nivåerna som är nämnda i texten över kan hämtas ut från en sådan struktur, beroende på hur mycket man behöver i de olika tillfällena.



Figur 10. Exempel på hur informationen kan detaljeras.

Med tanke på hur bristfällig förekomsten av relevant information om svamp- och insektskador är för närvarande, måste man se till att samla och formulera denna kunskap och sprida den till aktuella aktörer. Detta bör vara en av aktiviteterna i det vidare projektarbetet.

Enligt vår åsikt är det ett stort behov för att skaffa fram och beskriva fakta om byggnadsbiologiska skador vid arbete med riskbedömning av åtgärder i historiska byggnader. Vilken omfattning ett vidare arbete inom dessa problemställningar bör ha, måste självklart bedömas i samband vilket fokus man har i projektet och vilka andra aktiviteter som skall genomföras.

Vid energieffektivisering är huvudfokus på hur man kan genomföra en optimal energivinst och därmed även ett ekonomisk positivt resultat. Vår erfarenhet är att det i nuläget råder en bristfällig kunskap i branschen om hur olika åtgärder påverkar inomhusklimatet, vilket kan leda till att en bostad får en mer energieffektiv driftsfas men samtidigt ett försämrat

inomhusklimat. Vi ser även att det vid olika energiåtgärder i liten grad tas hänsyn till att försöka att bevara byggnadsantikvariska värden. Konsekvensen av detta är att olika antikvariska värden i utseende, material och konstruktioner får vika för moderna installationer och material. Vi anser därför att man bör följa upp situationen genom ett vidare projektarbete på två fronter:

- En direkt fortsättning på pågående projekt med en vidareutveckling av metodik och dess innehåll för att göra B3-metoden direkt användbar i branschen..
- Ett nytt projekt som har en målsättning om att utveckla kunskap, utrustning och rutiner, etablera en praktisk metod för att bedöma och prognostisera förutsättningarna i aktuella byggnader. Målet är att optimera energieffektiviseringen samtidigt som man säkerställer ett gott inomhusklimat och inte förlorar byggnadsantikvariska värden.

6. Publikationer mm

Arfvidsson, J., Bjelke-Holtermann, B., Mattsson, J., 2014. *A method for status determination of historical buildings*. 10th Nordic Symposium on building Physics, (NSB 2014), Lund, Sweden. Proceedings ISBN: 978-91-88722-53-9 (TVBH-3061) pp 1149 – 1155

Arfvidsson, J., Bjelke Holtermann, B., Mattsson, J. *Status determination of historical buildings: an example*. ISBP 2015, 1st International Symposium on Building pathology, Proceedings ISBN: 978-972-752-175-3, pp147 – 155

Arfvidsson, J., Harderup, L-E., Kumlin, A., Rosencrantz, B., Editors, *NSB 2014, 10th Nordic Symposium on Building Physics*, 15-19 June 2014, Lund, Sweden, ISBN: 978-91-88722-53-9 (TVBH-3061).

English Heritage 2012, *Energy Efficiency and Historic Buildings Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings*
<https://www.historicengland.org.uk/images-books/publications/energy-efficiency-historic-buildings-ptl/>

Gobakken LR, Mattsson J, Alfredsen G. 2014. *The importance of critical in-situ conditions on in-service performance of wooden materials*. Agarica 2014 vol. 34. Oslo.

Mattsson, J. 2012. *Varför är hussvamp farligare i Sverige än i Norge?* Svenska byggnadsvårdsföreringen, Byggnadskultur 2.12. Stockholm.

Mattsson J, Flyen AC. 2012. *How can sign of fungal decay save historical buildings?* Proceedings in 2nd European Workshop on Cultural Heritage Preservation. Kjeller.

Mattsson, J. 2013. *Tilläggsisolering och fuktproblem*. Svenska byggnadsvårdsföreringen, Byggnadskultur 1.13. Stockholm.

Mattsson, J. 2014. *Etterisolering av gamle bygninger på 1-2-3!* Bygg og Bevar, www.byggogbevar.no Oslo.

Mattsson J, Flyen AC. 2014. *The importance of microclimate at biodeterioration in historic wooden constructions*. NSB 2014, Lund.

Mattsson, J, Austigard M S. 2015. *Fungal decay and microclimate in log constructions at Røros, Norway*. ISBP 2015. Porto.

Mattsson, J, Stensli, O M. 2015. *Microclimate in Norwegian historic buildings and damages caused by the House Longhorn Beetle (Hylotrupes bakjulus)*. ISBP 2015. Porto.

Mattsson J, Ødegaard A. 2014. *Ventilasjon og radonproblem*. VVS Aktuelt. Oslo.