

Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader

Erfaringer fra praksis

Valbjørn, O.; Skibstrup Eriksen, S.

Publication date:
2001

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Valbjørn, O., & Skibstrup Eriksen, S. (2001). *Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader: Erfaringer fra praksis*. SBI forlag. By og Byg Resultater Nr. 012

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

By og Byg Resultater 012

Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader

Erfaringer fra praksis



Statens Byggeforskningsinstitut
Danish Building and Urban Research

Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader

Erfaringer fra praksis

Ole Valbjørn
Søren Skibstrup Eriksen

Titel	Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader
Undertitel	Erfaringer fra praksis
Serietitel	By og Byg Resultater 012
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2001
Forfattere	Ole Valbjørn, Søren Skibstrup Eriksen
Sprog	Dansk
Sidetæl	31
Litteratur-henvisninger	Side 25
English summary	Side 26-27
Emneord	Bygningskonstruktioner, bygningsdele, byggematerialer, fugtskader, skimmelsvampe
ISBN	87-563-1091-9
ISSN	1600-8049
Pris	Kr. 70,00 inkl. 25 pct. moms
Tekstbehandling	Yelva Jensen
Tegninger	Ove Nesdam
Tryk	BookPartner, Nørhaven digital A/S
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post by-og-byg@by-og-byg.dk www.by-og-byg.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Resultater 012: Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader. Erfaringer fra praksis. (2001)*

Indhold

Forord	4
Sammenfatning.....	5
Formål og metode.....	6
Formål	6
Metode	6
Spørgeskemaundersøgelsen.....	7
Spørgeskemaet.....	7
Databehandling og konsekvenserne for resultaternes fremstilling	8
Forekomst af fugtskader og skimmelsvamp	9
Risikokonstruktioner og årsager til fugtskader.....	10
Tage	10
Ydervægge.....	11
Indervægge	13
Gulvbelægning	13
Installationer	15
Vådrum.....	16
Konstruktioner mod jord.....	17
Oversigt over konstruktioners risiko for fugtskader	19
Forekomst af fugt og skimmelsvamp fundet i andre undersøgelser.....	21
Generelle bemærkninger og anbefalinger	23
Generelle bemærkninger	23
Anbefalinger om forskning og andre initiativer.....	24
Litteratur.....	25
Summary.....	26
Bilag 1: Eksempel på et spørgeskema til småhuse.....	29
Bilag 2: Skimmelsvampeprogrammets erfagruppe.....	30
Bilag 3: Deltagere i den tekniske samtale om resultaterne	31

Forord

I 1998 blev der igangsat et forskningsprogram "Skimmelsvampe i bygninger" med ni projekter vedrørende sundhedsmæssige, mikrobiologiske og bygningsmæssige forhold.

Denne rapport afrapporterer projektet "Erfaringsindsamling om kritiske og sikre bygningskonstruktioner". Formålet har været at gennemføre en retrospektiv undersøgelse af skimmelsvampeproblemer i bygninger med forskellig alder og forskellig funktion. Det er sket med henblik på at identificere de bygningsdele og materialer, hvor vækst af skimmelsvampe er forekommet samt om årsagen til forekomsten. Rapporten er baseret på en spørgeskemaundersøgelse og to tekniske samtaler, som er gennemført med bistand fra forskningsprogrammets erfaringsgruppe, som er sammensat af repræsentanter for rådgivende ingeniør- og arkitektfirmaer (bilag 2).

By og Byg takker de personer, som har medvirket ved udfyldelsen af spørgeskemaer, og de personer, som har medvirket i diskussionen af resultaterne (bilag 3).

Forskningsprogrammets medvirkende består af 13 videnskabelige institutter og 6 rådgivende ingeniør- og arkitektfirmaer. Forskningsprogrammet er støttet gennem Forskningsstyrelsen af følgende: Arbejdsministeriet og Arbejdstilsynet, By- og Boligministeriet, Forskningsministeriet, Forskningsministeriets Byggedirektorat, Forsvarets Bygningstjeneste, Grundejernes Investeringsfond, Realkredit Danmark og Rådet for Dansk Forsikring og Pension.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Energi og Indeklima
April 2001

Erik Christophersen
Forskningschef

Sammenfatning

By og Byg har gennemført en spørgeskemaundersøgelse af ingeniør- og arkitektvirksomheders erfaringer med fugtskader og skimmelsvampevækst i forskellige bygningstyper og i bygningsdelenes forskellige konstruktioner.

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at 15-22 % af kontorer og boliger er vurderet til at have fugtskader eller vækst af skimmelsvamp ved bygningsundersøgelserne, men kun i 13 til 17 % af tilfældene var der set vækst af skimmelsvamp. Der var størst forekomst i etageboliger. Tallene er i god overensstemmelse med andre undersøgelser.

I ca. 50 % af skolerne var der fugt og skimmelsvampevækst, men disse undersøgelser anses netop også for at være foretaget for at få bekræftet formodninger om forekomst af fugtskader og skimmelsvampevækst.

Spørgeskemaundersøgelsen viser desuden i hvilke bygningsdele og bygningskonstruktioner, der er størst og mindst risiko for, at der kan opstå langvarige vandskader og skimmelsvampevækst til følge. De væsentligste og klareste forskelle imellem konkurrerende konstruktioner findes for tage, gulvbelægninger og vådrumskonstruktioner.

- Tage med rejsning uden kviste og skotrender havde mindre risiko for fugtskader end flade tage eller andre tage med kviste og skotrender. Erfaringer fra de seneste 5-10 år fra byggeskadefondenes 5-års eftersyn har imidlertid ikke afsløret flade tage som konstruktioner med høj risiko.
- Gulve med klinker havde mindre risiko for fugtskader end især gulve med belægninger lagt i baner, der ikke er svejsede sammen, og derfor er de følsomme ved våd rengøring.
- Vådrumskonstruktioner (baderum) med tung væg- og gulvkonstruktion havde mindre risiko for fugtskader end rum med en let væg- og gulvkonstruktion.

Installationer frembød en forholdsvis stor risiko for fugtskader, og især vedligeholdelsen af tagrender var af stor betydning. Undersøgelsen var ikke detaljeret nok til at kunne skelne mellem skjulte og synlige installationer.

I to tredjedele af de bedømte konstruktioner var mangler ved udførelsen skyld i de konstaterede fugtskader, mens en tredjedel var forårsaget af mangelfuld vedligeholdelse. Der var imidlertid enkelte konstruktioner, hvor op til en tredjedel af bedømmelserne angav projekteringen som væsentligste årsag. Erfaringer fra byggeskadefondene peger da også på, at komplicerede tagløsninger er kritiske, og at fejl ofte skyldes mangelfuld projektering.

I 80 % af konstruktionerne var utætheder den væsentligste specifikke årsag til problemerne, efterfulgt af manglende ventilation eller udluftning. Kun i tunge ydervægge var kuldebroer den væsentligste årsag.

Undersøgelsen har vist, at det er muligt at vælge bygningskonstruktioner til en bygning med lav risiko for fugtskader.

Resultaterne blev diskuteret med repræsentanter for rådgivende arkitekt- og ingeniørfirmaer, byggeskadefonde m.fl. Der blev peget på behov for *undersøgelser og forskning* i paralleltage, herunder flade tage, trækassetteløsninger til tage og ydervægge, alternative isoleringsmaterialer og materials modstandsdygtighed mod skimmelsvampevækst. Endvidere fandtes behov for kvalitetssystemer om fugtfølsomhed og udførelsesvenlighed af konstruktioner.

Der blev fremsat forslag om, at bygherrer, arkitekter, ingeniører og håndværkere igangsatte uddannelse, information og kurser, som kan sikre, at der bliver valgt fugtsikre konstruktioner og materialer, samt at man under udførelsen sørger for udtørring af fugt og fjernelse af affald, før hulrum lukkes.

Formål og metode

Formål

Der er udført en undersøgelse med det formål at identificere de bygningsdele og konstruktioner, hvor fugt forekommer og kan føre til vækst af skimmelsvampe. Samt at vurdere årsagerne til fugtskaderne og angive deres indbyrdes risiko for, at der kan opstå fugtskader.

Oplysningerne skulle danne grundlag for at prioritere indsatsen mod skimmelsvamp i bygninger, fx med forslag til specifikke undersøgelser og prioritering af information og uddannelse.

Metode

Som en del af Forskningsprogrammet Skimmelsvampe i Bygninger, hvori projektet "Erfaringsindsamling om kritiske og sikre bygningskonstruktioner" indgår, blev der afholdt en teknisk samtale med deltagere fra Ingeniør- og arkitektvirksomheder, boligselskaber, byggeskadefonde, By- og Boligministeriet m.fl.

Formålet med samtalen var at planlægge en indsamling af erfaringer hos ingeniør- og arkitektvirksomheder samt andre med erfaring fra bygningsundersøgelser i forskellige bygningskategorier.

Det blev ved samtalen gjort klart, at tidsforbruget med udfyldelsen af spørgeskemaet måtte være begrænset for at motivere til at udfylde skemaerne. Firmaernes erfaringer skulle derfor baseres på deres samlede erfaringer, som de måtte have akkumuleret fra faktiske bygningsundersøgelser, men uden en egentlig revurdering af de hidtidige undersøgelser.

Der blev på denne baggrund udarbejdet et 1-sides spørgeskema for hver af bygningstyperne, småhuse, etageejendomme, kontorbygninger og skoler, dvs. fire spørgeskemaer.

Efter spørgeskemaundersøgelsens resultater var bearbejdet, blev der gennemført en teknisk samtale med henblik på at diskutere resultaterne.

Resultatet af denne samtale fremgår dels som specifikke bemærkninger og anbefalinger i forbindelse med kapitlet "Risikokonstruktion og årsager til fugtskader", dels af kapitlet "Generelle bemærkninger og anbefalinger".

Spørgeskemaundersøgelsen

Der blev i slutningen af 1998 udsendt brev med skemaer for hver af de fire bygningstyper til 600 ingeniør- og arkitektfirmaer, som indgik i By og Byg's kontaktnet, samt til andre som primært arbejdede med bygningsundersøgelser. Heraf svarede 108 firmaer. Derefter blev der udsendt en "reminder" med tilsvarende brev, hvilket resulterede i yderligere 120 svar.

Af de modtagne svar fra 228 firmaer var der 81 firmaer, der havde udført undersøgelser i den relevante 5-års periode, som denne undersøgelse skulle baseres på. Fra de 81 firmaer forelå i alt 130 brugbare skemaer, som indgik i den følgende analyse.

Tabel 1 viser fordelingen på bygningstyper og på det antal bygningsundersøgelser, som var baggrund for de resultater, der blev angivet i skemaerne. Fra nogle virksomheder forelå der skemaer, der repræsenterede op til 5000 undersøgelser, mens andre kun repræsenterede én undersøgelse.

Tabel 1. Antal skemaer og antallet af bygningsundersøgelser fordelt på bygningstyper.

Antal	Alle	Småhuse	Etageejendomme	Kontorbygninger	Skoler
Skemaer	130	57	40	19	14
Undersøgelser	16253	12151	2705	1134	263
Gennemsnitlige undersøgelser pr. skema	125	213	68	60	19
Max/min pr. skema	5000/1	5000/1	2000/1	800/1	100/1

Spørgeskemaet

Spørgeskemaerne for bygningstyperne småhuse, etageboliger, kontorer og skoler var principielt ens og et eksempel ses i sin helhed i bilag 1.

Spørgeskemaets indledende oplysninger og spørgsmål:

Skemaet indledtes med formålsbeskrivelsen: At få viden om udbredelsen af længerevarende fugtskader og eventuelle erfaringer om skimmelsvampeforekomst, og det blev pointeret, at oplysningerne skulle gives på baggrund af undersøgte/besigtigede bygninger (navngivet som henholdsvis småhuse, etageejendomme, kontorbygninger o.l. samt skoler) efter 1.1.1993, dvs. de seneste 5 år.

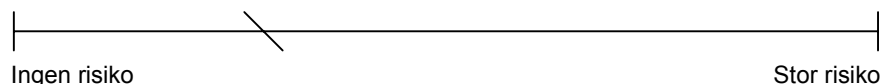
Der blev spurgt om antallet af undersøgelser/besigtigelser i perioden 1993-1998 og om antallet af bygninger med længerevarende fugtskader og/eller skimmelsvampevækst, samt i hvor mange af de undersøgte fugtskadede bygninger der blev set skimmelsvamp. Derudover ønskedes det oplyst, hvorledes bygningerne med fugtskader og/eller skimmelsvampevækst fordelte sig på årene 1900-60, 1961-75 og 1976-98.

Spørgeskemaets skematiske del om risiko for fugtskader og prioriterede årsager

Skemaet var opdelt i bygningsdelene tag, ydervæg, indervæg, gulvbelægning, installationer, vådrum og konstruktion mod jord. Hver bygningsdel var opdelt i flere typiske konstruktioner, som fremgår af de følgende resultatafsnit.

Hver bygningsdels konstruktioner kunne vurderes efter følgende forlæg:

"Deres *erfaringer med risiko for fugtskader* med udgangspunkt i de undersøgte bygninger. Markér på linien med en lodret streg."



Hver konstruktion blev endvidere bedømt, idet der med tal (fra 1-3 hhv. fra 1-4) kunne prioriteres, om de hyppigste *overordnede* årsager til fejl og mangler skyldtes vedligehold og drift, udførelse eller projektering, samt om de hyppigste *specifikke* årsager til fejl og mangler var utætheder, om ventilation eller udluftning mangler, kuldebroer eller andet.

Databehandling og konsekvenserne for resultaternes fremstilling

Svarene på skemaerne er blevet behandlet for hver af bygningstyperne og samlet.

Risiko for fugtskader

Analyserne viste indledningsvis, at der ikke var signifikant forskel på den gennemsnitlige bedømmelse af bygningstyperne, hvorfor bedømmelserne af risikoen for fugtskader i det følgende er behandlet samlet for de fire bygningstyper.

Det blev endvidere undersøgt, om resultaterne var forskellige for data fra skemaer, der repræsenterede mange bygningsundersøgelser - og dermed et stort erfaringsmateriale - og data fra skemaer, der repræsenterede få bygningsundersøgelser. En vægtning af de afgivne bedømmelser efter antallet af bygningsundersøgelser viste imidlertid, at det ikke gav betydende forskelle fra at anvende oplysningerne fra hvert skema med lige vægt. De følgende resultater er derfor baseret på, at hvert skema har samme vægt.

Der var en stor forskel på, hvordan firmaerne bedømte den enkelte bygningsskonstruktion. Forskellen svarede til en statistisk "spredning" på ca. 25 % af skalaen. Denne spredning var i de fleste tilfælde større end forskellen mellem gennemsnittet for bedømmelserne af de forskellige bygningsdele og konstruktioner. Det er imidlertid normalt med en stor spredning, når en sådan skala anvendes. Der blev derfor foretaget en analyse på baggrund af det enkelte skemas forskelle mellem bedømmelsen af alternative konstruktionsrisiko. (Fx forskellen mellem risikobedømmelsen mellem flade tage og tage med rejsning).

Den relative vurdering af risikoen for fugtskader i alternative konstruktionsdele viste således, at 2 forskellige tagkonstruktioner og 2 vådrumskonstruktioner var signifikant forskellige på 10 % niveau, og at 2 gulvbelægningstyper var tæt på at være signifikant forskellige.

I praksis betyder dette, at på grundlag af de modtagne spørgeskemaer kan det forventes, at mindst 90 % af dem, der udfører bygningsundersøgelser, vil være enige om hvilken af to konstruktioner, der har den mindste eller største risiko for at få fugtskader, mens de resterende 10 % har den modsatte opfattelse. Trods en stor enighed om, hvorvidt den ene konstruktion var mere risikofyldt end den anden, var testen ikke særlig stærk grundet en meget stor spredning.

Bedømmelser af årsager til fugtskader

Årsagerne til fugtskader er angivet i procent på grundlag af firmaernes prioritering. Andelen i procent vil således vise hvor mange, der har nævnt en bestemt årsag som den hyppigst forekommende.

Forekomst af fugtskader og skimmelsvamp

Forekomsten af fugt og skimmelsvampevækst fordelt på de fire bygningstyper fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Forekomsten af fugt og skimmel i forskellige bygningstyper

Bygningstype	Grundlag (antal)	Fugt /skimmel	Skimmel
Småhuse	12151	20 %	13 %
Etageejendomme	2705	22 %	17 %
Kontorbygninger	1134	15 %	14 %
Skoler	263	51 %	50 %

Det er slående, at der ses så høj en procentdel af skolerne, der har haft fugt eller skimmelsvampevækst. En nærmere vurdering af, hvem der har indsendt skemaer, peger klart på, at bygningsundersøgelserne er udført med henblik på specifikt at undersøge fugt eller skimmelsvampevækst. I modsætning hertil er de fleste andre bygningsundersøgelser i større omfang gennemført med henblik på en generel tilstandsundersøgelse.

Fordeling på alder for bygninger med fugt og skimmelsvampevækst

Der var på skemaerne bedt om at angive, hvorledes alderen for de bygninger med fugt eller skimmelsvamp var fordelt på perioderne før 1960, fra 1960 til 1975 og fra 1975 eller senere.

Det viste sig imidlertid, at mange skemaer var blevet udfyldt for bygninger både med og uden fugt eller skimmelsvampe. Resultaterne kan derfor ikke numerisk angives.

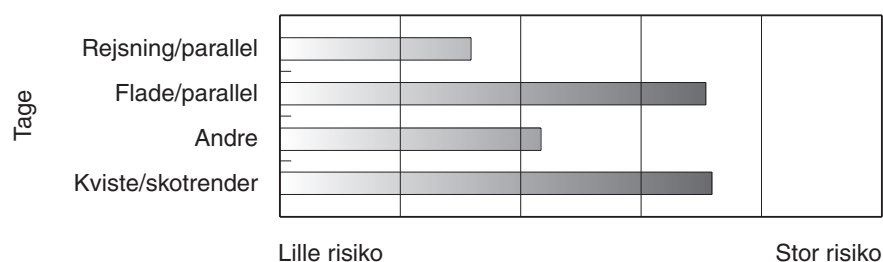
Tendensen er dog, at omkring halvdelen af skoler og småhuse med fugt eller skimmelsvampevækst var opført i perioden 1960-1975, mens lidt over halvdelen af etageejendomme og kontorbygninger med fugt eller skimmelsvampevækst var opført i perioden før 1960.

Risikokonstruktioner og årsager til fugtskader

Tage

Tagene var opdelt i fire mulige konstruktioner, der kunne bedømmes.

- Paralleltage med rejsning
- Flade paralleltage
- Andre tagkonstruktioner
- Kviste og skotrender



Figur 1. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i tagkonstruktioner.

Risiko for fugtskader

De flade tage og tage med kviste og skotrender adskilte sig signifikant fra de øvrige tage og havde større risiko for fugtskader.

Årsager til fugtskader

Omkring halvdelen bedømte, at fugtskaderne skyldtes manglende vedligehold, og ca. en tredjedel bedømte, at udførelsen var årsagen.

Mere end halvdelen bedømte, at den specifikke årsag var utæthed, særligt kviste og skotrender men også udluftning/ventilation en var væsentlig årsag.

Tabel 3. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i tage. Tallet i % angiver den andel skemaer, hvor den respektive årsag er prioriteret højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Rejsning/Parallel	54 %	39 %	7 %
Flade/Parallel	49 %	34 %	17 %
Andre	52 %	32 %	16 %
Kviste/Skotrender	48 %	38 %	14 %

Tabel 4. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i tage. Tallet i % angiver den andel skemaer, hvor den respektive årsag er prioriteret højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Rejsning/Parallel	56 %	34 %	5 %	5 %
Flade/ Parallel	56 %	36 %	2 %	6 %
Andre	58 %	26 %	8 %	8 %
Kviste/Skotrender	79 %	13 %	2 %	6 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

De nye flade tage anses af de fleste som bedre end tagene udført i 70'erne, bl.a. fordi materialerne nu er mere holdbare og derfor mindre afhængige af hyppigt vedligehold. Der ses således kun få skader på de seneste 10 års byggeri. Dette er dog en forholdsvis kort tid til at konstatere, om forbedringerne vil have virkning.

Der mangler inspektionsmulighed ved flade tagkonstruktioner ligesom ved parallelle konstruktioner uden underliggende ventileret tagrum. Især ved de flade tage er der en risiko for kondens i konstruktionen fra varm, opstigende fugtig luft fra opholdsrummene via utætheder. Konsekvensen af fugtskader forventes også at være større ved konstruktioner uden udluftede underliggende rum.

De nye parallelle tage med rejsning står ofte uden tagbelægningen i længere tid med risiko for en større opfugtning, end der vil ske efter pålægningen. Tiden uden tagbelægning bør minimeres og konstruktionerne bør kontrolleres bl.a. med fugtmålinger, inden de lukkes.

Alle gennembrydninger i tage (skotrender, kviste, ovenlys og ventilationsudluftninger) medfører potentiel risiko for fugtskader. På flade tage monteres tillige ofte ventilationsaggregater hvis belastning, belægningen ikke er beregnet til at modstå.

Ved inspektion, fx i forbindelse med vedligehold, skal der navnlig fokuseres på tagfod, kip og gavle foruden de ovenfor nævnte gennembrydninger.

Det blev af de fleste anset for at være u hensigtsmæssigt at anvende gipsplader i de lukkede tagkonstruktioner på grund af risiko for fugttilførsel og pladernes papiroverflades følsomhed for skimmelsvampevækst. Enkelte vurderede, at skimmelsvampevækst i mindre grad skyldes materialet, men snarere skyldes, at der ikke altid er tilstrækkelig udluftning (døde hjørner), og at samlinger i konstruktionerne ofte er utætte.

Ved nybygning og renovering bør konstruktioner, umiddelbart før de lukkes inde, kontrolleres for, at vandindholdet er tilstrækkeligt lavt og kontrolleres for allerede begyndende skimmelsvampevækst.

Der er set leverancer af tagkassetter med et vandindhold på 28 %. Der bør stilles krav til leverandøren om en maksimal fugtprocent i træet ved leverancen, og samlinger mellem kassetterne bør tættes straks efter oplægningen.

Trænormen, der kræver mindre end 20 % fugtindhold, blev foreslået ændret til lavere grænse under hensyntagen til, at skimmelsvampe kan etablere sig ved lavere fugtindhold. By og Byg foreslog at anvende en grænse, der var afhængig af, i hvilken temperatur konstruktionen vil sidde, og i forbindelse med modtagekontrol, at vurdere grænsen i forhold til det i byggeperioden værende udendørs fugt- og temperaturniveau. Grænsen kunne under visse omstændigheder, fx ved indbygning i varme, lukkede konstruktioner i vinterperioden, være helt ned til 15 -16 % for at indbygge med sikkerhed mod vækst.

Totalentrepriserne blev nævnt som årsag til, at der fremkom dårligt gennemarbejdede samlingsløsninger (detaljer), og den pressede byggetid medførte efter fleres opfattelse, at arbejdet ikke blev ordentligt udført.

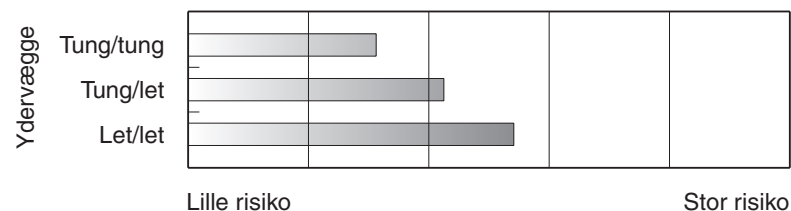
Ydervægge

Ydervæggene var opdelt i tre konstruktioner:

- Tung udvendig og indvendig væg
- Tung udvendig og let indvendig væg
- Let udvendig og let indvendig væg

Risiko for fugtskader

Den gennemsnitlige forskel i bedømmelsen af risikoen er vist i figur 2, men forskellene var ikke entydige (signifikante). Der var således over 20 pct., der bedømte, at konstruktionen let/let havde en mindre risiko end konstruktionen tung/tung.



Figur 2. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i ydervægge

Årsager til fugtskader

Den hyppigste overordnede årsag var udførelsen, og det er interessant, at ca. en fjerdedel peger på projekteringsfejl som den væsentligste årsag.

De specifikke årsager var for den tunge/lette konstruktion fordelt ligeligt mellem utæthed, manglende ventilation/udluftning og kuldebro. For de to øvrige konstruktioner var utætheder hyppigste årsag.

Tabel 5. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i ydervægge. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Tung/tung	35 %	53 %	12 %
Tung/let	32 %	49 %	19 %
Let/let	28 %	48 %	24 %

Tabel 6. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i ydervægge. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Tung/tung	56 %	34 %	5 %	5 %
Tung/let	24 %	29 %	31 %	6 %
Let/let	43 %	39 %	15 %	3 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

De største skader ses ifølge byggeskadefondene på de murede ydervægge og ofte på konstruktionen tung/tung. Fugtskader skyldes hovedsagelig opstigende grundfugt eller utæthed grundet manglende vedligehold af bygningsfremspring og dårlige fuger. I ældre byggeri er de mange kuldebroer årsag til indvendig skimmelsvampforekomst.

I perioden 1979-85, hvor skalmurene vandt indpas (tung/let), sås mange skader med fugtmæssige konsekvenser.

I de lette ydervægge findes fugtskader ofte på grund af vand, der er tilført den udvendige facadeisolering i byggeperioden. Konstruktionerne skal være beskyttede mod regn, indtil den udvendige overfladebelægning er monteret. Tage med udhæng bør prioriteres højt og bør helst etableres, inden ydervæggen opbygges.

Fugtmembranens betydning skal respekteres under udførelsen.

Som et særligt problem nævntes BR- kravet om handikappedes adgang til bygninger. Det har resulteret i uheldige løsninger med ramper, der ikke afvander overfladevandet, og som resulterer i fugtskader.

Indervægge

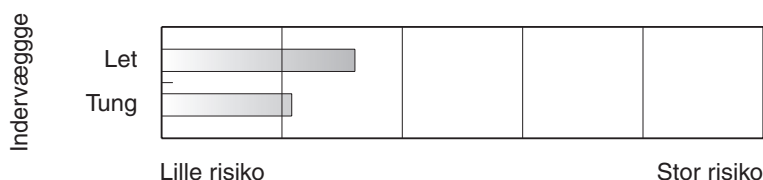
Indervægge var opdelt i

- Lette vægge
- Tunge vægge

De omfatter alle indervægge undtagen vægge omkring vådrum.

Risiko for fugtskader

Der var ingen entydig forskel mellem bedømmelsen af en tung og let indervæg og risikoen var lille.



Figur 3. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i indervægge.

Årsager til fugtskader

Overordnet bedømte halvdelen, at udførelsen var den væsentligste årsag. Specifikt var der næsten en lige fordeling af mulighederne for årsager, dog med vægt mod utætheder.

Tabel 7. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i indervægge. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Let	26 %	58 %	16 %
Tung	24 %	62 %	14 %

Tabel 8. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i indervægge. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Let	38 %	16 %	19 %	27 %
Tung	29 %	25 %	22 %	24 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

Indervægge anses generelt ikke som problematiske med hensyn til fugtskader, og ved 5- års eftersyn kigges der nu ikke mere efter indervægge og fugtskader. Kuldebroer ved tilslutning til ydervægge har undertiden givet kondensskader på væggene, og forsatsvægge mod tunge ydermure hindrer fordampning fra muren indadtil og kan give fugtskader.

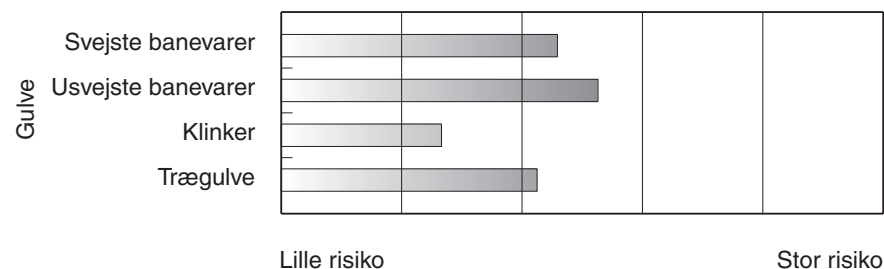
Gulvbelægning

Gulvbelæggningerne, der også afspejler gulvkonstruktionen, blev opdelt i

- Svejste banevarer
- Usvejste banevarer
- Klinker
- Trægulve

Risiko for fugtskader

Risikoen for fugtskader i gulve var mindst for gulve med klinker og størst for gulve med usvejste banevarer. Forskellen var tæt på at være signifikant og kun 2 af 50 svar vurderede at klinker havde større risiko end selv usvejste banevarer. De øvrige viste forskelle var ikke så entydige.



Figur 4. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i gulvbelægninger.

Årsager til fugtskader

For svejste banevarer og klinker blev udførelsen af over halvdelen bedømt som den overordnede væsentligste årsag, mens der var mere ligelig fordeling mellem vedligehold og udførelse for usvejste banevarer og trægulve.

Der var ikke nogen enkel specifik årsag til fugtskader ved trægulve, mens utæthed var hovedårsagen ved de øvrige gulvbelægninger.

Tabel 9. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i gulve. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Svejste banevarer	33 %	52 %	15 %
Usvejste banevarer	44 %	39 %	18 %
Klinker	28 %	62 %	10 %
Trægulve	35 %	40 %	25 %

Tabel 10. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i gulve. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Svejste banevarer	62 %	17 %	3 %	18 %
Usvejste banevarer	66 %	14 %	3 %	17 %
Klinker	65 %	5 %	19 %	11 %
Trægulve	26 %	35 %	15 %	24 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

I gulve med usvejste linoleum - eller pvc-belægninger, der ikke var svejset sammen, skyldes den store risiko vand fra gulvvask, men rørskaeder under trægulve eller i forbindelse med konstruktioner med hulrum anses dog for at have den største risiko, hvilket dog ikke var muligt at detaljere i spørgeske-maet.

Gulvvarmeanlæg, der nu indbygges i stigende grad, øger risikoen for, at varmen trækker fugt fra grunden op til den overliggende gulvkonstruktion med risiko for skimmelsvampevækst. Udtørring af bygninger med opvarmning og indblæsning af luft kan resultere i, at den opvarmede opfugtede luft kondenserer og optages i bygningens koldere konstruktioner.

Snavs og savsmuld fra byggeprocessen er en væsentlig årsag til vækst af skimmelsvampe og deraf følgende lugt. En grundig rengøring i hulrum eller inden indbygning af inventar tilrådes derfor.

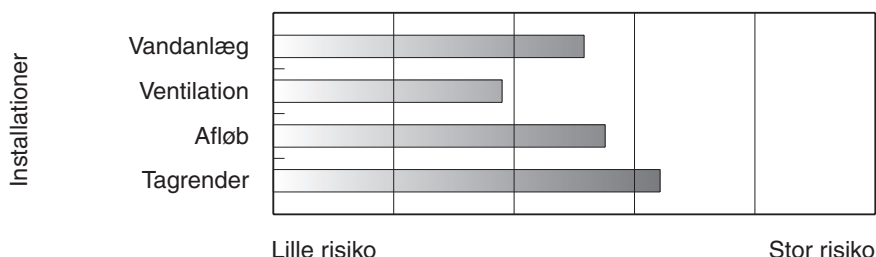
Installationer

Installationerne var opdelt i

- Vandanlæg
- Ventilation
- Afløb
- Tagrender

Risiko for fugtskader

Det har ingen mening at bedømme de fire installationstyper indbyrdes, da de ikke er alternativer. I øvrigt var niveauet for bedømmelserne stort set det samme, med tagrender som højeste risiko. Tagrender var bedømt til samme risiko som skotrender og kviste og burde logisk have været bedømt sammen i skemaet under tage.



Figur 5. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i forbindelse med installationer.

Årsager til fugtskader

Udførelsen var den væsentligste overordnede årsag til fugtskader bortset fra tagrender, hvor vedligeholdelsen naturligvis har størst betydning, men også for vandanlæg og afløb spillede vedligeholdelsen næsten samme rolle som udførelsen.

Bortset fra ventilation var utætheder absolut den væsentligste årsag til fugtskader.

Tabel 11. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i forbindelse med installationer. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Vandanlæg	42 %	46 %	12 %
Ventilation	27 %	54 %	19 %
Afløb	37 %	54 %	9 %
Tagrender	75 %	23 %	11 %

Tabel 12. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i forbindelse med installationer. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Vandanlæg	80 %	9 %	0 %	11 %
Ventilation	43 %	27 %	17 %	13 %
Afløb	82 %	10 %	4 %	4 %
Tagrender	84 %	6 %	3 %	7 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

Installationerne frembyder den største risiko ved utætheder, oftest grundet korrosion. Der udføres stadig rørsystemer med både kobber, stål og jernrør i samme installation, hvilket vil fremme korrosionen. Risikoen for følgeskader er størst, hvor installationerne er skjulte, især når de er skjulte i hulrum med

organiske materialer. Det anbefales ved skjulte installationer at kontrollere, om vandmåleren står stille uden for brugstiden.

Utætheder ved rørgennemføringer i vådrum (køkken og baderum), fuger omkring badekar eller brusenicher og utætheder i forbindelse med vaske- eller opvaskemaskinens afløb er kritiske, da fugten tilføres konstruktioner, der sidder varmt, hvilket hurtigt kan resultere i skimmelsvampevækst. Konstruktioner med indmurede badekar synes særligt følsomme.

Gulvafløb er for manges vedkommende meget vanskelige at montere, så der er fugttæthed. Et rådgivende firmas produktundersøgelse har vist, at kun ét ud af mange kunne betegnes som udførelsesvenligt.

Vådrum

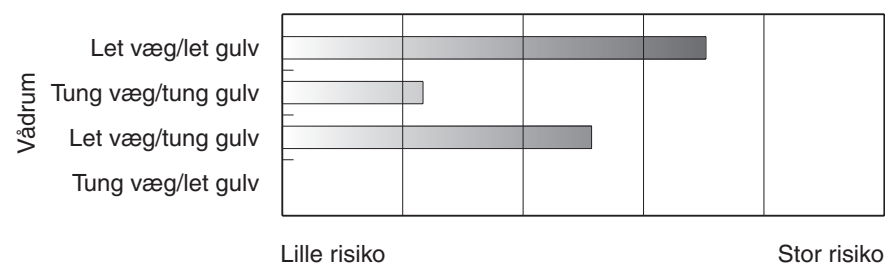
Vådrum var opdelt i fire konstruktioner

- Let væg/let gulv
- Tung væg/tungt gulv
- Let væg/tungt gulv
- Tung væg/ let gulv

I spørgeskemaet var der ved den sidste konstruktion en fejl i teksten, som kunne give anledning til misforståelse. Af denne grund er resultaterne ikke medtaget.

Risiko for fugtskader

Vådrum med tunge vægge og tungt gulv blev bedømt til at have en mindre risiko end de øvrige konstruktioner. Forskellen var signifikant.



Figur 6. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i vådrum.

Årsager til fugtskader

Den væsentligste årsag til fugtskader i de tunge konstruktioner var udførelsen, mens det for de andre konstruktioner var mere fordelt mellem vedligehold, udførelse, og her også med næsten en fjerdedel henført til projektering.

Specifikt var det utætheder, der var årsagen til fugtskaderne.

Tabel 13. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i vådrum. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Let væg/ let gulv	32 %	43 %	25 %
Tung væg/ tungt gulv	38 %	51 %	12 %
Let væg/ tungt gulv	32 %	45 %	23 %
Tung væg/ let gulv			

Tabel 14. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i vådrum. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Let væg/ let gulv	78 %	14 %	0 %	8 %
Tung væg/ tungt gulv	65 %	19 %	7 %	9 %
Let væg/ tungt gulv	78 %	16 %	2 %	4 %
Tung væg/ let gulv				

Bemærkninger og anbefalinger

Der arbejdes på en ny udgave af SBI's anvisning nr.169 "Gulve og vægge i vådrum". Denne vil da, sammen med SBI anvisning 180 om badeværelser, give en bedre vejledning end den foreliggende vejledning. Selv om vådrum med de lette konstruktioner er blevet bedre, anses de dog generelt som mere risikofyldte, blandt andet fordi fejl ved manglende fuger, rørgennemføringer mm. medfører større risiko for skimmelsvampevækst i hulrummene. Tunge konstruktioner er sikrere. Der peges desuden på behovet for at vedligeholde elastiske fuger.

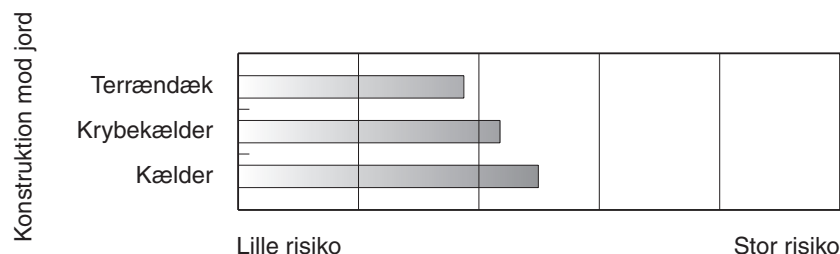
Konstruktioner mod jord

Konstruktioner mod jord var opdelt i

- Terrændæk
- Krybekælder
- Kælder

Risiko for fugtskader

Risikoen for fugtskader blev bedømt næsten ens.



Figur 7. Den gennemsnitlige bedømmelse af risiko for fugtskader i konstruktioner mod jord.

Årsager til fugtskader

Ved terrændækkonstruktionen var det overvejende udførelsen, der var årsag til fugtskader, mens det for de to andre var mere fordelt. For alle tre konstruktioner var projekteringen dog også bedømt som en væsentlig faktor.

Ved terrændæk var den specifikke årsag utætheder tæt fulgt af kuldebroer. Ved krybekælderen var manglende ventilation eller manglende udluftning klart bedømt som væsentligste årsag, hvorimod der for kælderkonstruktionen var en ligelig fordeling mellem utæthed og manglende ventilation eller udluftning.

Tabel 15. Bedømmelse af de hyppigste **overordnede** årsager til fugtskader i konstruktioner mod jord. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Vedligehold	Udførelse	Projektering
Terrændæk	13 %	61 %	26 %
Krybekælder	24 %	42 %	34 %
Kælder	21 %	46 %	34 %

Tabel 16. Bedømmelse af de hyppigste **specifikke** årsager til fugtskader i konstruktioner mod jord. Tallet i % angiver den andel skemaer, der har prioriteret den respektive årsag højest.

Konstruktion	Utætheder	Ventilation/ Udluftning mangler	Kuldebro	Andet
Terrændæk	38 %	15 %	32 %	15 %
Krybekælder	26 %	62 %	7 %	12 %
Kælder	39 %	39 %	12 %	10 %

Bemærkninger og anbefalinger fra den tekniske samtale

Slagger er ikke effektivt som kapillarbrydende lag og bør ikke anvendes. Omfangsdræn skal vedligeholdes og bør efterses mindst hvert femte år. Krybekældre kan være sårbare. Der bør ikke være træ, heller ikke trædæk eller andre organiske materialer i krybekældre.

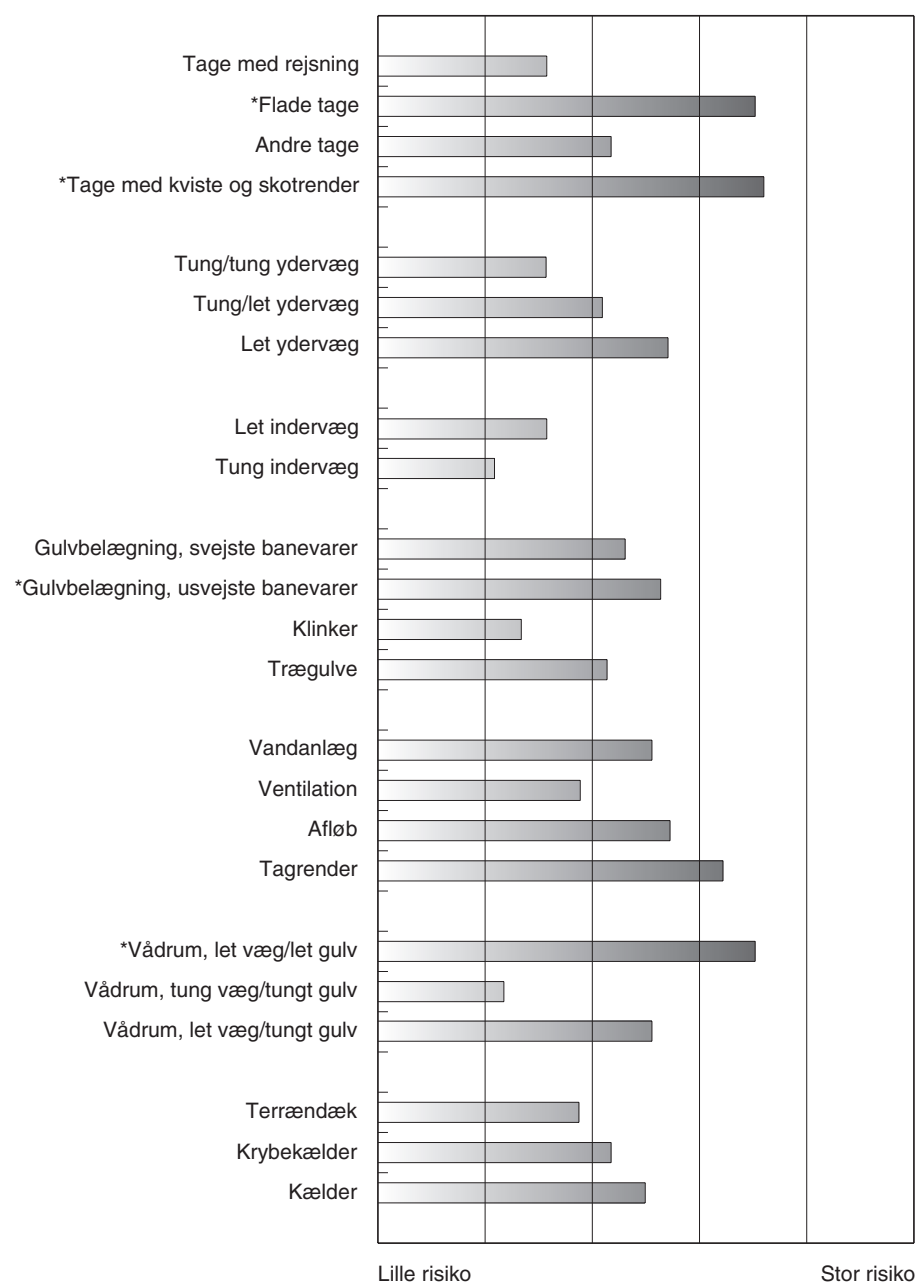
Problemer med fugt og skimmelsvampevækst i udnyttede kældre afhænger stærkt af brugsmønstret. Glasvævs- og andre tapeter er kritiske, hvor der kan forekomme fugt i kældervæggen.

Oversigt over konstruktioners risiko for fugtskader

I figur 8 ses en samlet oversigt over de gennemsnitlige vurderinger af risikoen for fugtskader i de bedømte konstruktioner. Risikovurderingerne er opdelt i grupper af bygningsdele. Når en konstruktion eller bygningsdel er mærket med *, betyder det, at den har en signifikant større risiko for at få fugtskader, end den konstruktion eller bygningsdel inden for samme gruppe, der har den mindste risiko. Fx er der inden for tagkonstruktioner en signifikant større risiko for fugtskader i flade tage og tage med kviste og skotrender end i tage med rejsning, der har den laveste risiko.

På grundlag af denne oversigt kan der anlægges et overordnet syn på hvilke konstruktioner, der henholdsvis ville give den mindste risiko og den største risiko for, at der opstår fugtskader. Denne forenkede fremstilling af virkeligheden må tages med det forbehold, at der i undersøgelsen ikke har været spurgt om konsekvenserne af de vandskader, der er omtalt. Vær derfor opmærksom på, at der kunne være en mere alvorlig konsekvens af en fugtskade i tag med rejsning, der er bedømt med lav risiko, end en fugtskade i en kælder, hvor risikoen er bedømt højere.

Risikovurdering af bygningsdele og konstruktioner



Figur 8. Gennemsnitlig risikovurdering af bygningsdele og konstruktioner. * betyder at vurderingen har en signifikant større risiko end den alternative laveste vurderede konstruktion .

Forekomst af fugt og skimmelsvamp fundet i andre undersøgelser

Repræsentativ undersøgelse

I en repræsentativ interviewundersøgelse af hovedpine og slimhindegener hjemme og på arbejde (Valbjørn, 1986) var der fugt eller mugpletter i 18 % af boligerne, fordelt med 3 % meget og 15 % lidt. Forekomsten korrelerede signifikant med forekomst af hovedpine og slimhindegener. Der var således en lidt lavere forekomst af fugt og skimmelsvamp end i nærværende undersøgelse. De anførte tal vedrører både småhuse og lejligheder, mens nærværende undersøgelse omhandler forekomsten fra småhuse og i etageejendomme, (dvs. ikke andelen af lejligheder).

Fugt og skimmel i almennyttige boliger

En spørgeskemaundersøgelse i forbindelse med undersøgelse af fugt, skimmel, hustøvmider og ventilation i almennyttige etageboliger (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998a) viste, at 22 % havde fugtskjolder eller mugpletter i lejligheden, og 14 % havde inden for det sidste halve år haft fugtskader. En gennemgang af 87 af boligerne bekræftede, at der var tegn på skimmelsvampevækst i 22 % af boligerne, men kun i 13 % viste målingerne aktiv vækst. Dette resultat er i overensstemmelse med nærværende undersøgelses resultat.

Kommuneskoler

En spørgeskemaundersøgelse hos alle kommuner eksklusiv Københavns kommune (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998b) viste, at 29 % havde eller havde haft langvarige vandskader, men at kun 9 % stadig havde kendte langvarige vandskader. Kun ca. en fjerdedel af disse havde ifølge oplysningerne synlig skimmelsvamp.

Ved en teknisk gennemgang af ca. 28 skoler, der ifølge oplysningerne ikke havde fugtskader eller skimmelsvampevækst, viste det sig dog, at 16 af dem alligevel havde nogle rum med fugtskader eller skimmelsvampevækst. Det må derfor antages, at antallet af skoler, der stadig har fugtskader eller skimmelsvampevækst, er højere end de 9 %, som kommunerne havde angivet, og kan nærme sig nærværende rapport's tal på 51 %.

Som tidligere nævnt, kan nærværende rapport's høje tal dog også skyldes, at de forholdsmæssigt få firmaer, der har indsendt skemaer vedrørende skoler, hovedsagelig har haft som opgave at undersøge forekomsten på baggrund af forventede fugtproblemer.

Skoleundersøgelsen i København

En gennemgang af 75 københavnske kommuneskoler (Meyer et al., 1996) viste, at 33 % havde synlig forekomst af fugt og skimmelsvampevækst i nogle af lokalerne. 14 % havde flere eller mange lokaler med fugt- eller skimmelsvamp.

I næsten alle kældre var der fugtindtrængning, og i tagrum fandtes fugtskjolder i over 80 % af skolerne, men dog sjældent med skimmelsvampe.

Byggeskadefondens erfaringer

Byggeskadefonden har i sin beretning med tillæg (Byggeskadefonden, 1999) beskrevet erfaringerne fra 5-års eftersyn i perioden 1989 -1993 af ca. 71.000 boliger i 3781 bebyggelser.

Fonden vurderer skader i 3 risikogrupper (mindre, middel og stor risiko), der er baseret på vurdering af fundne svigt, byggeskader og eventuelle følgeskaders alvorlighed. Se nærmere i (Byggeskadefonden, 1999). 19 % af samtlige boliger blev vurderet i gruppen til stor risiko. Der var stor forskel på boligtyperne.

Lavt byggeri og især andelsboliger havde en stor andel med høj risiko. Der argumenteres med, at lavt, især tæt lavt byggeri, oftere har udformninger med flere spring i facader og tag, og at der oftere er anvendt lette materialer og konstruktioner. Endvidere er der for andelsboligernes vedkommende oftere et mere uafklaret og mangelfuldt projekt og en mangelfuld kontrol i byggefasen.

Højt byggeri, havde en lav andel af svigt ved 5-års eftersynet og dette blev begrundet ved at byggeriet bl.a. kan karakteriseres ved at have et vel-dimensioneret konstruktivt system bestående af tunge betonelementer i forbindelse med en enkel form og gennemført ud fra et detaljeret projekt og med øget kommunal sagsbehandling.

Baseret på 5-års eftersynet i 1998 angives, at størstedelen (89 %) af samtlige svigt i kategorien med stor risiko vedrørte bærende og stabiliserende konstruktioner, 10 % vedrørte tegltage, eternittage, undertage, inddækninger, kviste, udvendige vægoverflader, vinduer og døre. Kun 1 % vedrørte VVS- installationer. Det påpeges, at projektering, herunder valg af løsninger, har stor indflydelse på risikoen for senere skader i byggeriet.

Erfaringer fra Byggeskadefonden vedrørende bygningsfornyelse

Byggeskadefonden vedrørende bygningsfornyelse (BvB) har siden 1995 gennemført 850 eftersyn af ejendomme. På den baggrund konstateres, at de største problemer findes ved tag, kælder, vådrum og installationer. Dog er der også konstateret skader i facader, specielt i forbindelse med bygningsfremspring. Med baggrund i de nævnte eftersyn har fonden udsendt "Erfaringer og anbefalinger" (Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, 1999), der indeholder en række eksempler på typiske fejl og anvisninger på rigtig udførelse af de omtalte konstruktioner samt en checkliste (BvB, 1999) vedrørende de omtalte forhold til brug for planlægning af renovering og kvalitetssikring.

Den følgende liste (BvB, 1999) angiver de mest udbredte svigt og skader i byfornyelsen, og det ses, at de fleste skader er forbundet med fugtproblemer og dermed har stor indflydelse på risiko for vækst af skimmelsvampe:

- 1 Ustabil opretning af tagkonstruktion
- 2 Ukorrekt tilpasning af spær ved indbygning af isolering i skrå tagflader
- 3 Ustabile samlinger og utætheder i undertag og dampspærre
- 4 Manglende ventilation af efterisoleret konstruktion og tagrum
- 5 Manglende eller utilstrækkelige fugtundersøgelser før ombygning
- 6 Manglende afhjælpning af opstigende grundfugt
- 7 Opfugtede overflader, uden for vådzonen, i (små) vådrum på grund af manglende afskærmning og ventilation
- 8 Opfugtning af følsomme konstruktioner og materialer i vådzonen
- 9 Manglende inspektionsadgang til skjulte rørsamlinger
- 10 Utætte installationsgennemføringer i vådrum

Fonden angiver, at der forekom svigt eller skade i 36 % af samtlige undersøgte bygningsdele. Til sammenligning med Byggeskadefondens angivelse af stor risiko for skade med alvorlig følgeskader (19 %) angiver BvB, at 13 % havde stor risiko for alvorlige følgeskader.

Generelle bemærkninger og anbefalinger

Generelle bemærkninger

Med baggrund i resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen blev der gennemført en teknisk samtale med 24 deltagere fra skimmelsvampeprogram-mets erfa-gruppe og By- og Boligministeriets referencegruppe m.fl. (se bilag 2 og 3) med henblik på en kvalitativ og differentieret tolkning af resultaterne. Resultatet af diskussionen i form af konkrete bemærkninger om årsager til fugtproblemer og anbefalinger til løsninger fremgår af de enkelte afsnit om bygningsdelene i de forrige kapitler.

Generelt om rapporten og resultaterne

Spørgeskemaundersøgelsen er baseret på erfaring fra faktiske undersøgelser, men dog ikke på statistik over de enkelte undersøgelser. Deltagere i den tekniske samtale stillede spørgsmål stegn ved resultaternes værdi, fordi de således ikke var baseret på statistik fra enkeltsager. Det er dog Statens Byggeforskningsinstitut's og erfa-gruppens (De Rådgivende Firmaer i Forskningsprogrammet) opfattelse, at det ikke ville have været muligt at få resultater direkte fra enkeltsager, idet kun få ville bruge den nødvendige tid til at gennemgå samtlige rapporter.

Det blev endvidere anført, at spørgeskemaundersøgelsen kan have en slagside vedrørende vurderingen af, om fejl skyldtes projekteringsfejl fremfor udførelsesfejl, idet det oftest var rådgivere, der havde besvaret spørgeskemaerne. Statens Byggeforskningsinstitut var dog af den opfattelse, at risikoen naturligvis var der, men at virksomhederne, der udfører undersøgelserne, sjældent var ansvarlige for projekteringen af de undersøgte bygninger og derfor principielt uvildige.

Den stramme økonomi blev af flere nævnt som medvirkende til, at der er valgt usikre byggemetoder, og at det kunne have været interessant, hvis dette havde været inddraget i rapportens spørgeskema.

Nogle anførte, at undersøgelsen var for generel, hvorved betydende årsager ikke fremgår af tallene. Som eksempel nævntes de flade tage, som de seneste ca. 10 år er væsentlig forbedrede i forhold til de tage, der formentlig er grundlaget for svarene i de udfyldte spørgeskemaer.

Risikobegrebet blev diskuteret, idet der blev henvist til Byggeskadefondens kriterier, der indbygger betydningen af følgeskader sammen med risikoen for, at der opstår et svigt i konstruktionen. By og Byg bemærkede at risikobedømmelsen, som anvendt i denne rapport, ikke kan sammenlignes med Byggeskadefondens resultater. Bl.a. svares i spørgeskemaet til rapporten tilsyneladende kun på den ene dimension - om der opstår svigt. Det er dog således, da fejlen (svigtet) i denne undersøgelse er defineret som en fugtskade, indgår der dog en vis form for hensyn til betydningen.

Generelt var der enighed om, at undersøgelsen på en ny måde viste vigtige erfaringer, som må medtages i fremtiden. På baggrund af undersøgelsen og diskussionen blev der givet anbefalinger til undersøgelser, forskning og forskellige initiativer til at mindske fugt- og skimmelsvampeproblemer i fremtiden.

Anbefalinger om forskning og andre initiativer

Undersøgelser og forskning

Erfaringerne fra bygningsundersøgelserne stammer hovedsagelig fra ældre bygninger og konstruktioner. Der efterlyses derfor følgende yderligere undersøgelser og erfaringer:

- Undersøgelse af parallelle tage enten ved at følge fugtforholdene i et antal tage over tid og/eller åbne fx 10 tage og studere forholdene på et særligt kritisk tidspunkt.
- Nye bygninger med trækassetter til tag og vægge kan ikke efterses i forbindelse med almindelig drift og vedligehold. Disse bygningskonstruktioners tilstand bør følges.
- Fremskaffe viden om forskellige materials modstandsdygtighed over for fugt og skimmelsvamp.
- Fremskaffe viden om de alternative isoleringsmaterialer under brug set i forhold til fugt og skimmelsvamp.
- Der er behov for at opbygge kvalitetssystemer, herunder fx for mærkning af produkters og konstruktioners fugtfølsomhed, men også produkters og konstruktioners udførelsesvenlighed.

Initiativer til at mindske problemer i fremtiden

- Information og kurser på alle niveauer efterspørges. Men der er behov for at nå den enkelte håndværker, ligesom det er vanskeligt at få fat i bygherren, som skal kunne forstå vigtigheden af at prioritere sikkerheden mod fugtskader højt.
- Arkitekt-, rådgivende- og udførende firmaer skal oplyses om risikobedømmelsen, som vist i rapporten, sammen med kommentarer og anbefalinger, således at opmærksomheden øges på fugtproblemerne set som både et design-, udførelses- og driftsproblem.
- Der bør i højere grad udføres projektgranskning, som er en væsentlig metode til opnå sikrere konstruktioner. Ved projektgranskningen skal der tages hensyn til udførelse, drift og brug.
- Det ønskes ikke - og er sandsynligvis ikke muligt - at udarbejde en sort-listning af visse konstruktioner eller materialer, men garantiordninger og mærkningsordninger om produkters og konstruktioners fugtfølsomhed, samt fx efterligning af den svenske typegodkendelse af konstruktioner, foreslås fremmet.

Litteratur

Byggeskadefonden. (1999a). *Beretning 1998 med tillæg*. København.

Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse. (1999a).
Beretning 1998/99. København.

Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse. (1999b).
Erfaringer & Anbefalinger 1999. København.

Gunnarsen, L. (2001). *Fugt, ventilation, skimmelsvampevækst og husstøvmider - en tværsnitsundersøgelse i lejligheder* (By og Byg Resultater 009). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Meyer, H., et al. (1996). *Skoleundersøgelsen i København*. København: Rigshospitalet, Arbejdsmedicinsk Klinik.

Statens Byggeforskningsinstitut. (1998). *Skimmelsvampe og sundhed: Projektprogram i Forskningsprogrammet Skimmelsvampe i bygninger*. Hørsholm. Upubliceret. (Intern detailopgørelse fra spørgeskemaundersøgelse).

Valbjørn O., & Kousgård, N. (1986). *Hovedpine og slimhindegener hjemme og på arbejde* (SBI-rapport 175). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Summary

By og Byg Results 012: Experience-based assessment of risk of water damage in buildings

A questionnaire survey was carried out among experienced building investigators to collect data regarding water damage and mould attacks in different types of buildings and in different structural building parts.

The questionnaire survey showed that the investigators assessed that 15-22 % of offices and dwellings was water damaged or had mould growth when the buildings were investigated. Mould growth was found in 13-17 %. The highest percentages were found in multi-storey buildings. These figures correspond well with other questionnaire survey results.

The investigators assessed that approximately 50 % of the schools had water damage or mould growth. This high percentage was probably not representative of schools in general, because the investigations to a high extent were made precisely to confirm the assumptions that water damage and mould growth exist.

The result of the questionnaire survey showed what building parts and structures ran the greatest or the least risk that continued water damages can occur with resulting mould growth. The most important and clear-cut difference between alternative structures was found for roofs, floor coverings and wet room elements.

Pitched roofs without dormers or valleys run less risk of water damage than flat roofs or other types of roof with dormers and valleys. However, experience gained over the past 5-10 years from building inspections performed every 5 years in accordance with the buildings defects funds requirements have not revealed flat roofs as being high-risk constructions.

Ceramic tile floors ran less risk of water damage than especially vinyl or linoleum resilient flooring not welded together as they are sensitive to wet cleaning procedures.

Wet room constructions (bathrooms) with heavy wall and floor structures ran less risk of water damage than rooms with light wall and floor structures.

Installations presented a comparatively great risk of water damage and particularly the maintenance of gutters was very important. The investigation was not sufficiently detailed for it to be possible to differentiate between hidden and visible installations.

The overall cause for water damage to the assessed constructions was faulty craftsmanship in two thirds of the constructions and in the last third it was caused by faulty maintenance.

However, for a few constructiontypes up to a third of the assessments gave the design as the most important reason. Experience from the building defects funds indicate that complex roof solutions are high-risk constructions and that defects are often due to poor design.

In four fifths of the constructions leakage was the specific main cause of the problems, succeeded by lack of ventilation and only for heavy outer wall constructions cold bridges were found to be the most important reason.

The survey showed that it is possible to choose a type of building construction so that the buildings can be expected to run a low risk of water damage.

The results of the questionnaire survey were discussed with representatives from practising architect and consulting engineering firms, building defects funds, etc. It was indicated that investigations and research

were needed for cold-deck roofs including compact roofs, prefabricated element solutions for roofs and exterior walls, non-traditional insulation materials of organic origin and studies of the resistance to mould growth of materials. There was also need for establishing quality systems for controlling materials sensitivity to moisture and developing constructions easy to assemble and build.

During the discussion it was proposed to implement education, information and training courses addressing architects, engineers and the craftsmen about the importance of selecting moisture-proof constructions both for integrated building parts and materials. Attention should also focus on drying out moisture in materials and prefabricated elements and removing waste from construction works before cavities in the constructions are closed.

Bilag 1

Eksempel på et spørgeskema til småhuse

ERFARINGSINDSAMLING OM KRITISKE OG SIKRE BYGNINGSKONSTRUKTIONER
-vedrørende fugtskade og skimmelsvampevækst

Skema 1: Småhuse (Eksempel)

Formål:

At få viden om udbredelse af længerevarende og eventuelle erfaringer om skimmelsvampeforekomst.
Oplysningerne bedes givet på baggrund af undersøgte/besigtigede bygninger efter 1.1.1993.

1. Vi har ikke foretaget undersøgelser/besigtigelser i de sidste 5 år _____ sæt X og returner skemaet til SBI
2. Antal undersøgelser/besigtigelser i perioden 1993-98 ca. 10
3. Antal huse med længerevarende fugtskader og /eller skimmelsvampevækst ca. 10
4. Hvorledes er småhusene (nævnt i pkt. 3) fordelt på årene 1900-60 ca. 2
1961-75 ca. 8
1976-98 ca. 0
5. I hvor mange af de undersøgte fugtskadede småhuse blev der set skimmelsvamp? ca. 5
6. Hvor stor en del af undersøgelserne i huse (nævnt i pkt. 3) er udført i én og samme bygning ca. 5

Bygn.dele	Konstruktioner	Deres erfaringer med risiko for fugtskader med udgangspunkt i de undersøgte bygninger Marker på linien med en lodret streg	Prioriter med tal fra 1-3 de hyppigste overordnede årsager, fejl og mangler, (1 er hyppigste årsag)			Prioriter med tal fra 1-4 de hyppigste specifikke årsager, (1 er hyppigste årsag)			
			Vedligehold/drift	Udførelse	Projektering	Utætheder	Vent./udluft. mangler	Kuldebro	Andet
		Ingen risiko Stor risiko							
Tage	Rejsning/Parallel								
	Flade/Parallel		1	2	3	1	3	4	2
	Andre		1	2	3	1	2	3	4
	Kviste/Skotrender								
Ydervæg For/bag	Tung/tung		3	1	2	2	1	3	4
	Tung/let		3	1	2	2	1	3	4
	Let/let								
Indervæg	Let		—	—	—	—	—	—	—
	Tung								
Gulvbelægning	Svejste Banevarer								
	Usvejste Banevarer								
	Klinker								
	Trægulve		1	2	3	—	—	—	—
Installation	Vandanlæg		2	1	3	1	4	2	3
	Ventilation		—	—	—	—	—	—	—
	Afløb		2	1	3	1	—	—	—
	Tagrender		1	—	—	1	—	—	—
Vådrum	Let væg								
	Let gulv								
	Tung væg		—	—	—	—	—	—	—
	Tungt gulv								
	Let væg								
	Tungt gulv								
Konstruktioner mod jord	Terrændæk								
	Krybekælder		3	2	1	—	1	—	2
	Kælder								

Bilag 2

Skimmelsvampeprogrammets erfagruppe

Eva B. Møller, Birch & Krogboe A/S

Mikael Østergaard Hansen, Østergaard Miljø ApS

Hans Kragh, Rambøll

Klaus Nielsen, Rådgivende Ingeniørfirma F.R.I. A/S

Jens Brendstrup, COWI, Rådgivende Ingeniører AS

Per Olsen, Rådgivningstjenesten for Skolebyggeri

Søren Skibstrup Eriksen, Statens Byggeforskningsinstitut

Peter A. Nielsen, Statens Byggeforskningsinstitut

Ole Valbjørn, Statens Byggeforskningsinstitut

Bilag 3

Deltagere i den tekniske samtale om resultaterne

Claus Billmann, Skaarup & Jespersen A/S
Tommy Bunch-Nielsen, Bygge- og Miljøteknik A/S
Lars Gunnarsen, Statens Byggeforskningsinstitut
Bjørn Hafstrøm, Miljø- og Energiministeriet
Morten Hjorslev Hansen, Statens Byggeforskningsinstitut
Ole Harpøth, Rådet for Dansk Forsikring og Pension
Vagn Hjorth, Byggeskadefonden
Anker Jensen, Landsbyggefonden
Michael Jørgensen, Ballerup Kommune
Hans Krag, Rambøll
Lis Lassen, Rambøll
Eske Møller, Forsvarets Bygningstjeneste
Klaus Nielsen, Rådgivende Ingeniørfirma F.R.I. A/S
Ove Nielsen, By- og Boligministeriet
Peter A. Nielsen, Statens Byggeforskningsinstitut
Birgit Olsen, Birch & Krogboe A/S
Søren Skibstrup Eriksen, Statens Byggeforskningsinstitut
Peter Thompson, Goritas Bygningsundersøgelser
Lars Vedsmand, BAT-Kartellet
Mikael Østergaard Hansen, Østergaard Miljø ApS
Margrethe Petri Godtkjær, Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse
Per Olsen, Rådgivningstjenesten for Skolebyggeri
Ole Valbjørn, Statens Byggeforskningsinstitut
Kommentarer fra:
Niels Strange, Byggeriets Arbejdsgivere
Søren Heinz, Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse

Fugt og skimmelsvampe ødelægger bygningerne, og skimmelsvampene kan blive årsag til sygdomme. Årsagerne til vækst af skimmelsvampe skyldes for høj fugtighed i bygningernes materialer, og i de fleste alvorlige tilfælde skyldes det som regel fejl, svigt og manglende vedligehold af konstruktionerne. Men der er forskelle på konstruktioners risiko for, at der opstår vækst af skimmelsvampe.

På baggrund af en spørgeskemaundersøgelse hos og diskussioner med erfarne byggeteknikere viser rapporten forskellige konstruktioners risiko for at få fugtskader samt årsagerne til, at fugtskaderne opstår.

1. udgave, 2001

ISBN 87-563-1091-9

ISSN 1600-8049

