

Badhus och spaanläggningar Fuktsäkerhet i klimatskalet

Eva Sikander, Ingemar Samuelson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Badhus och spaanläggningar Fuktsäkerhet i klimatskalet

Eva Sikander, Ingemar Samuelson

Abstract

There is a growing interest and demand in our community for recreation and other activities. One such activity is swimming coupled with the use of water playgrounds. Recent decades have seen the construction of new buildings with swimming pools, water parks and spa facilities, the conversion of older buildings with swimming pools to include new activities, and the integration of spas into old buildings. There are a range of solutions for dealing with the heavy moisture load found in these buildings, but the number of completed follow-up studies is very low. It is the experience of many contractors that they find it a challenge to produce moisture safe buildings which contain swimming pools and spas.

This project has been designed to increase the knowledge of buildings with swimming pool and spa facilities in terms of moisture safety, particularly in the building envelope (exterior walls and roof) but also internal partition walls.

The project has demonstrated that there is a need for systematic efforts to ensure moisture safety in buildings containing swimming pools and spas. Above all, the risk of moisture convection represents a challenge that needs to be considered in order to avoid damage to the building envelopes in these facilities. Below are some useful principles that have emerged from the project for improving the moisture safety in the planning and production of these buildings with a focus in particular on the risk of moisture convection.

- Initially the conditions are established for the planning and design of a new construction, reconstruction and extension.
- Select principles for the building envelope. If you want to reduce the risk of damage due to moisture convection, there are several options available:
 - Ensure an internal negative pressure,
 - Air-tight structures
 - Use of moisture-resistant materials
 - Install alarm functions for temperature, air humidity and especially pressure.
 - You can improve moisture resistance by applying many of these principles at the same time.
- Select zoning within the building and plan for air tightness and possible heat insulation in separating walls and floor structures. Aim for a negative pressure in the humid zones.
- Apply the tools available for ensuring moisture safety (ByggaF) and for building airtight structures (ByggaL).

Key words: Buildings, swimming pools, spas, moisture damage, moisture safety, moisture convection, building envelope.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2015:56
ISBN 978-91-88001-82-5
ISSN 0284-5172
Borås 2015

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning	4
Förord	5
1 Bakgrund och syfte	6
2 Exempel på skador	8
2.1 Erfarenheter från Norge	8
2.2 Erfarenheter från Sverige	9
2.3 Varför blev det så här?	12
3 Fuktkällor	14
4 Skademekanismer	15
5 Klimatbelastning i badhus och spa	16
6 Tänkbara åtgärder för att möta fuktsäkerhetskraven	19
6.1 Ytterväggar och yttertak	19
6.2 Mellanväggar och bjälklag	22
7 Sammanfattning och rekommenderade principer	23
8 Behov av fortsatta studier	24
9 Referenser	25
Bilaga 1 Litteratursökning – resultat	26
Bilaga 2 Erfarenheter från åtgärder av tak i befintliga badhus – två exempel	34

Förord

Det finns ett ökat fokus på badhus och spaanläggningar i samband med ett växande behov och intresse för rekreation och aktiviteter. Många befintliga anläggningar renoveras och nya anläggningar tillkommer. Här används lite olika lösningar för att klara den stora fuktbelastning som finns i dessa byggnader, men det finns också alldeles för få genomförda uppföljningar. Erfarenheten från många entreprenörer är att man upplever det som svårt att producera fuktsäkra badhus och spaanläggningar.

Detta projekt har syftat till att fördjupa kunskapen om bad- och spaanläggningar avseende fuktsäkerhet. Projektet har genomförts med stöd från SBUF.

Vi som arbetat i projektet vill tacka alla som har ställt upp på intervjuer och delat med sig av sina erfarenheter från genomförda projekt och genomförda skadeutredningar. Projektet genomförts med en arbetsgrupp bestående av:

Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier
Mattias Gunnarsson, Peab
Kristian Sahlberg, Besab
Ingemar Samuelson, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Eva Sikander, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Anders Kumlin, Anders Kumlin AB, har delat med sig av sina skadeerfarenheter. Magnus Hansén (SP) har gjort mätningar i två byggnader och Annika Ekstrand-Tobin (SP) har gjort litteratursökning. Företagen inom FoU-Väst, FoU-Syd och FoU-Nord har medverkat som referensgrupper och har bidragit med förslag på genomförda projekt att studera för arbetsgruppen.

Borås i november 2015

Eva Sikander
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Projektledare

1 Bakgrund och syfte

Det finns ett växande behov och intresse i vårt samhälle för rekreation och andra aktiviteter. En sådan aktivitet är bad och vattenlek. Nya badhus med äventyrsbad och spaanläggningar, ombyggnad av äldre simhallar med nya aktiviteter och integrering av spaanläggningar i äldre byggnader har byggts under senare decennier.

Sverige har ca 450 offentliga badhus och de flesta är byggda under 1960- och 1970-talen. Sedan de byggdes har mycket hänt vad gäller användningen av badhus. Själva byggnaderna och konstruktionerna för väggar och tak har inte följt med i utvecklingen. Fukt-säkerhetsfrågor har inte haft hög prioritet när man har förändrat användningen. Viktiga anledningar till skador har varit att vattentemperaturen har höjts från ca 22 till 30 °C eller mer och att man har byggt äventyrsbad med rutschkanor och mycket plask och rörelse.



Figur 1 Flera aktiviteter och funktioner skall många gånger rymmas i en och samma anläggning. Lekomjigheter, bubbelpooler samt högre vattentemperaturer är exempel på faktorer som medför en ökad fuktbelastning på byggnadens konstruktioner.

Klimatet i dessa byggnader kännetecknas av hög temperatur och hög luftfuktighet. Fukten som det varma vattnet tillför luften är krävande för klimatskalet, ytterväggar och framför allt tak. Även invändiga bjälklag och mellanväggar utsätts för höga fuktbelastningar, särskilt i skiljekonstruktioner mellan olika klimatzoner i byggnaden. Även fritt vatten i form av stänk från rutschkanor och vattenlek eller i samband med rengöring förekommer frekvent.

Det har skett många fuktskador i badhus och spa. Erfarenheter från branschen är att man upplever det som svårt att skapa fuktsäkra lösningar för dessa byggnader. Detta har lett till att många entreprenörer är tveksamma till att bygga dem. Syftet med projektet har

därför varit att ta fram fördjupad kunskap om badhus och spaanläggningar som stöd för att på sikt öka fuktsäkerheten vid utformningen av klimatskalet.

De skador som det är fråga om i denna rapport är byggnadstekniska fuktskador i första hand i ytterväggar och tak och till viss del mellan olika klimatzoner inne i byggnaden. Skador och problematik i själva bassängen, dess tätskikt och konstruktioner behandlas inte inom denna rapport.

2 Exempel på skador

Tak över simhallar, omklädningsrum och spa skadas i stor utsträckning av fukt på grund av luft rörelser inifrån och ut, s k fuktkonvektion. Den fuktiga inneluften strömmar på grund av övertäck genom lufttätheter ut i konstruktionen och kondenserar mot kalla ytor inne i taket. Ytterväggar har liknande skador i sin övre del med samma skadeorsak. Åtgärder som att ventilerataken bättre har inte hjälpt och ibland har det istället visat sig ge ökad skadeomfattning. I många fall har man inte förstått de speciella förhållanden som råder och vilka lösningar som krävs. I många fall har byggnadsteknik och installations-teknik lösts var för sig och inte i samarbete. Detta har ibland fått förödande konsekvenser.



Figur 2 Ett fuktskadat yttertak i ett badhus där taket är frilagt från insidan.

2.1 Erfarenheter från Norge

I en rapport från Norges Byggeforskningsinstitut, NBI, beskrivs erfarenheter från simhallar, skador och åtgärdsförslag (Bringe 1985). Rapporten tar upp alla typer av skador invändigt i anslutning till bassängen och i väggar och tak både invändigt och i klimatskalet. Rapporten beskriver dels resultat från en enkät som gått ut till förvaltare av drygt 250 simhallar, dels erfarenheter från institutets egna fältundersökningar i drygt 50 simhallar. Undersökningen gjordes på 1980-talet och vid den tiden hade man i Norge fått många indikationer på att skadeomfattningen var stor i simhallar. 20 år senare skrev NBI en handbok om bad- och simhallar (Byggeforsk handbok 52, Oslo 2004). Båda skrifterna pekar på fuktkonvektion som en allvarlig risk för skador i framför allt klimatskalet.

2.2 Erfarenheter från Sverige

Personal från SP har undersökt många skadade badhus och utrett skadeorsaken. Tabell 1 är en översiktlig sammanställning av huvudsakliga resultat från undersökningar i 11 badhus. Tabell 2 är en sammanställning av resultat från undersökningar i fyra badhus där undersökningarna har gjorts av Anders Kumlin, Anders Kumlin AB tidigare AK-konsult.

Tabell 1 Sammanställning av resultat från skadeutredningar i 11 badhus som utretts av personal från SP

Geografisk belägenhet	Skadad byggd	Skadeomfattning	Huvudsaklig skadeorsak	Åtgärd
Skåne Badhus från 1960-talet	Yttertak över simhall	Röta och mögel på råspont. I stort sett hela taket är skadat	Fuktkonvektion	Ombyggnad till ett homogent tak
	Parallelltak över omklädningsrum	Röta på råspont	Fuktkonvektion orsakad av att man ventilerat taket med frånluft vilket förvärrade de skador som först uppstod	Sanering av skadat material, därefter ventilation med mottryck
	Skiljevägg mellan simhall och omklädningsrum	Omfattande kondens i väggens övre del. Detta har orsakat röta	Fuktkonvektion Fuktig luft från simhallen strömmar ut i väggen och kondenserar i den kalla övre delen	Ombyggnad till i princip samma konstruktion men noggrann lufttätning
	Yttervägg	Överdelen har omfattande skador	Fuktkonvektion	Ombyggnad till lufttät, homogen vägg
Skåne Badhus från 1970 med en tillbyggd del från 1990-talet	Yttervägg	Överdelen har omfattande skador	Fuktkonvektion	Försök med ökat undertryck inne
	Parallelltak i tillbyggd del	Fuktig luft från simhallen kan ta sig upp i taket vid anslutningen mellan gamla och nya badhuset.	Fuktkonvektion	Tätning av anslutning mellan gamla och nya delen
Mellansverige Om- och tillbyggt badhus från 1960 med äventyrsbad från 2000-talet	Parallelltak över högdelen med vattenlek och rutschkana	Stora fuktskador i hela taket	Fuktkonvektion	Utbyte av hela taket, nytt tak med mottryck
	Skiljevägg mellan gamla och nya delen	Stora fuktskador framför allt i den övre delen av väggen	Fuktkonvektion	Utbyte av stora delar av väggen och ombyggnad med homogen konstruktion
	Ytterväggar i högdelen	Stora fuktskador i den övre delen	Fuktkonvektion	Ombyggnad med homogen konstruktion
	Ytterväggar i anslutning till rutschkanan	Stora fuktskador i nedre delarna	Vattenstänk från rutschkanan samt vatten i samband med rengöring med högtryck	Ombyggnad med homogen konstruktion

Geografisk belägenhet	Skadad byggdel	Skadeomfattning	Huvudsaklig skadeorsak	Åtgärd
Västra Götaland Litet badhus byggt på 1980- talet	Stora fuktskador i taket	I stort sett hela taket har skador. Skadorna har ökat i omfattning efter att man installerat mekanisk frånluft i taket	Fuktkonvektion	Sanering av skadade delar och installation av ventilation med tilluft i taket för att skapa övertryck istället för undertryck
Mellansverige Gammalt badhus från 1960-talet som ska byggas om och byggas till på 2000-talet	Parallelltak över simhall	Hela taket är rötskadat	Fuktkonvektion	Byte till parallelltak med mottryck
	Yttervägg utanför simhall	Övre delen av väggen är allvarligt skadad	Fuktkonvektion	Byte till vägg med lufttät insida
Mellansverige Nytt badhus från 1980-talet med äventyrsbad	Parallelltak	Omfattande uppfukt- ning av taket redan under byggskedet	Fuktkonvektion	Mottryck i taket genom att förvärmad uteluft blåses in
	Yttervägg med iso- lering mellan reg- lar och tegelskal	Fuktskador i teglet i överdelen av väggen	Fuktkonvektion	Ökning av under- trycket inne. Hjälpte dock inte fullt ut
Mellansverige Badhus från 1970	Parallelltak	Mycket fukt och mögel i taket. Dock inga rötskador efter- som bärande regler var tryckimpreg- nerade	Fuktkonvektion	Nytt tak med cellglas- isolering på bärande profilerad plåt
	Yttervägg	Fuktskador i väggarnas övre del	Fuktkonvektion	
	Mellansvägg mot sporthall	Fuktskador i väggarna	Luftrörelser på grund av olika tryck i olika lokaler.	Ombyggnad med tydlig sektionering
Mellansverige Tillbyggnad på 2000-talet med spa i anslutning till en herrgård från tidigt 1900- tal	Spadelen ligger i direkt anslutning till den äldre bygg- naden utan luft- sluss. Skador finns i båda byggnad- erna	Hela taket i spadelen är skadat av fukt	Fuktkonvektion	Ändra tryckbilden till undertryck i spadelen så att inte fukt sprids, vare sig till taket eller till det äldre huset
	Den gamla bygg- naden har fått fukt- skador efter att spadelen byggdes till	Mögel på väggar i flera rum	Ingen luftsluss vilket innebar att fuktig luft spreds till den gamla byggnaden	Installerad luftsluss
Mellansverige Badhus från 1970-talet	Yttervägg	De övre delarna av regelväggen har stora skador. Utvändigt tegel har frostska- dor	Fuktkonvektion	Byte från regelväggar till sandwichväggar
	Parallelltak	Stora fuktskador i hela delen över sim- hallen och i flera delar över omkläd- ningsrum	Fuktkonvektion	Byte till dubbelt plåt- tak med mottryck i taket

Geografisk belägenhet	Skadad byggdel	Skadeomfattning	Huvudsaklig skadeorsak	Åtgärd
Mellansverige Litet badhus med handikappbad från 1990-talet i anslutning till en äldre byggnad med kontor, sporthall och kafé	Parallelltak i anslutning till den äldre byggnaden	Omfattande skador i taket	Fuktkonvektion	Byte till homogent, lufttätt tak och tätning mot den äldre byggnaden
Mellansverige Badhus från 1990-talet	Parallelltak över simhall	Allvarliga skador med omfattande röta i bärande balkar	Fuktkonvektion	Byte till parallelltak med mottryck
	Yttervägg utanför simhall	Omfattande skador i övre delen av väggen. Röta och mögel	Fuktkonvektion	Ombyggnad till homogen, lufttät vägg
	Mellanvägg mellan simhall och omklädningsrum	Stora mögel och rötskador i övre delen	Fuktkonvektion orsakad av lufttrycksskillnad mellan olika delar inne i badhuset	Ombyggnad och lufttätning för att förhindra luftströmmar

Tabell 2 Sammanställning av resultat från skadeutredningar i fyra badhus. Utredningarna har letts av Anders Kumlin, Anders Kumlin AB tidigare AK-konsult.

Geografisk belägenhet	Skadad byggdel	Skadeomfattning	Huvudsaklig skadeorsak	Åtgärd
Mälardalen Äventyrsbad från 2000-talet. Vid projektering trodde man att man skulle få ett undertryck vid tak då frånluftflödet var större än tilluftflödet	Yttertak	Takdropp, synliga	Fuktkonvektion	Utbyte av skadade material. mottryckstak
	Ytterväggar	Kraftiga fuktskador och lokala rötskador	Fuktkonvektion Övertryck mot yttervägg även vid golvnivå i anslutning till inblåsningsdon.	Utbyte av skadat material. Uppbyggnad av ny, lufttät konstruktion
Mälardalen Simhall från 1930-talet, ombyggd i slutet av 1990-talet. Anm: Högre temperatur och högre fuktnivå efter ombyggnaden.	Yttertak	Mycket kraftiga rötskador	Fuktkonvektion Felaktig tryckbild (övertryck vid golvnivå)	Taket rivs och ersätts med nytt tak med foamglasisolering
	Ytterväggar	Mycket kraftiga rötskador	Fuktkonvektion Felaktig tryckbild (övertryck vid golvnivå)	Väggarna rivs delvis och ersätts med ny konstruktion med foamglasisolering
Mälardalen Simhall från 1980-talet Anm: Takpappen byttes initialt utan att problemen löstes	Yttertak	Takdropp och fuktskador	Fuktkonvektion	Taket rivs och ersätts med nytt tak med foamglasisolering
	Ytterväggar	Synliga fuktskador, istappar på fasadens utsida	Fuktkonvektion Mycket stora otätheter vid tak/vägganslutning och vid fönster	Skadade delar byts och ny konstruktion byggs lufttät

Geografisk belägenhet	Skadad byggdel	Skadeomfattning	Huvudsaklig skadeorsak	Åtgärd
Norrland Simhall från 1980-talet	Taket Vissa ytterväggar	Kraftiga rötskador i högdelen. Istappsbildning vintertid. Mögelskador i lägre tak. Takdropp vid reception	Fuktkonvektion Byggnaden har lokalt stora otätheter	Utbyte av skadade delar. Ombyggnad till lufttät konstruktion.
Relaxavdelning tillbyggd 2008	Tak, ytterväggar Och anslutning mot gamla byggnaden	Röt- och mögelskador, istappar, dropp. Invändiga hängrännor för att ta hand om dropp	Fuktkonvektion. Lokalt mycket stora otätheter särskilt i anslutning till den äldre delen	Byte av skadat material. Ombyggnad till lufttät konstruktion.
Äventyrsbad tillbyggt 2008	Lokala skador i väggar och tak	Mögelskador	Fuktkonvektion Stor höjdskillnad vid rutschkana	Tätning av otätheter

Av tabellerna 1 och 2 framgår att i stort sett alla skador i väggar och tak i de här undersökta byggnaderna har orsakats av fuktkonvektion. Inneluften i badhusen har mycket högt fuktinnehåll, konstruktionerna är inte lufttäta och man har inte säkerställt invändigt undertryck.

2.3 Varför blev det så här?

Det har inte varit möjligt att utreda hela skadeprocessen i de enskilda fallen som beskrivs i tabellerna. Men det kan finnas flera tänkbara förklaringar:



Figur 3 Fuktkonvektion, fuktig inneluft som läcker in i ytterväggar och yttertak via lufttätheter, är ett problem som kan förekomma i badhus. Lufttäta lösningar där exempelvis otäta genomföringar undviks är ett viktigt steg för att undvika skador.

Felprojektering kan vara fallet särskilt där man har gjort om- och tillbyggnader i äldre simhallar. Man har inte tagit hänsyn till att ändrade verksamhetskrav och klimat till följd av detta även påverkar de äldre delarna. Det är även stor risk för felprojektering när man

installerar badavdelningar och spa i befintliga byggnader. Den höga fuktbelastningen påverkar angränsande väggar och tak och den fuktiga och varma luften måste hindras att spridas till övriga delar av byggnaden.

Nya förutsättningar både när det gäller klimatkrav och användning av simhallarna har inneburit att man inte har kunnat använda gamla lösningar rakt av.

Bristande underhåll av till exempel styrsystem för temperatur, fuktighet, ventilation och tryck i lokalerna.

Felaktig drift förekommer sannolikt relativt ofta. För att hålla ett undertryck i hela simhallen, dvs även vid taknivå, kan det bli ett besvärande stort undertryck vid golvnivå. Det blir då svårt att öppna dörrar och det drar från fönstren. Detta ger komfortproblem. Då kan det vara frestande för driftpersonalen att ändra relationen mellan från- och tilluft så att det blir nolltryck vid golvnivå. Gör man det så drar det mindre och blir behagligare klimat för de badande och dörrarna går att öppna utan besvär men det innebär också att det blir ett stort invändigt övertryck vid taket.

3 Fuktkällor

Fuktskadorna i väggar och tak orsakas av tillförd fukt, antingen utifrån eller inifrån. I enstaka fall kan fukt ha tillförts under byggskedet. Nederbörd, hög fuktighet ute, högt fukttinnehåll i inneluften, vattenstänk från badaktiviteter är möjliga fuktkällor.



Figur 4 Många badhus idag har anordningar för vattenlek och höga rutschkanor samt även högre temperatur på vattnet. Detta medför att fuktproblematiken noggrant måste beaktas för att undvika fuktskador i klimatskalet.

Nederbörd

Regn, snö, hagel och is belastar särskilt taket och ytterväggen.

Markfukt

Nederbörd som hamnar på marken kan rinna in mot huset. Denna markfukt belastar källarväggar och golv.

Hög luftfuktighet

Hög fuktighet i uteluften påverkar dels fukttinnehållet i de yttre delarna av väggar och tak, dels minskar det uttorkningen av en fuktig vägg.

Hög fuktighet i inneluften innebär stor risk för kondens inuti väggar och tak.

Vattenstänk

Vattenrutschkanor, bubbelpooler och vågmaskiner innebär risk för vattenstänk på både inner-och ytterväggar.

4 Skademekanismer

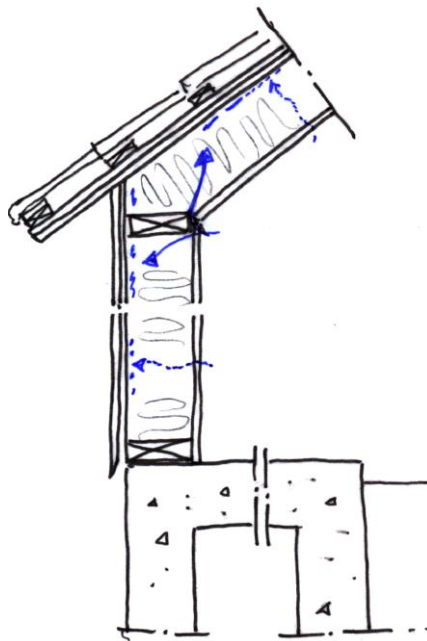
Kondens orsakad av konvektion av fuktig luft inifrån. Fuktig luft som tar sig in i en ytterkonstruktion kan kondensera mot kalla ytor. Förutsättningarna för kondens på grund av fuktkonvektion är invändigt övertryck, otät konstruktion och fuktig inneluft. I ett badhus är alltid inneluften fuktig. I övre delen av ett varmt badhus råder så gott som alltid invändigt övertryck. Om konstruktionerna är otäta finns således förutsättningar för fuktkonvektion.

Kondens orsakad av diffusion av fukt inifrån. Inneluften i ett badhus har mycket högt fukttinnehåll vilket ger en kraftig drivkraft för diffusion inifrån och ut. Om man projekterar konstruktionen med invändigt, ångtätt skikt kan denna skademekanism i det närmaste elimineras.

Läckage av vatten genom otäta konstruktioner. Vatten kan läcka in i konstruktioner och sprida sig med hjälp av tyngdkraften. Vatten kan också spridas i porösa material genom kapillärsugning.

Inbyggd fukt är antingen fukt i material som vid tillverkningen har ett överskott av fukt, till exempel betong och lättbetong, eller regnvatten eller snö som har kommit in under bygget beroende på dålig täckning av arbetsplatsen och avsaknad av väderskydd. Inbyggd fukt kan orsaka skador, särskilt i konstruktioner med ångtäta skikt.

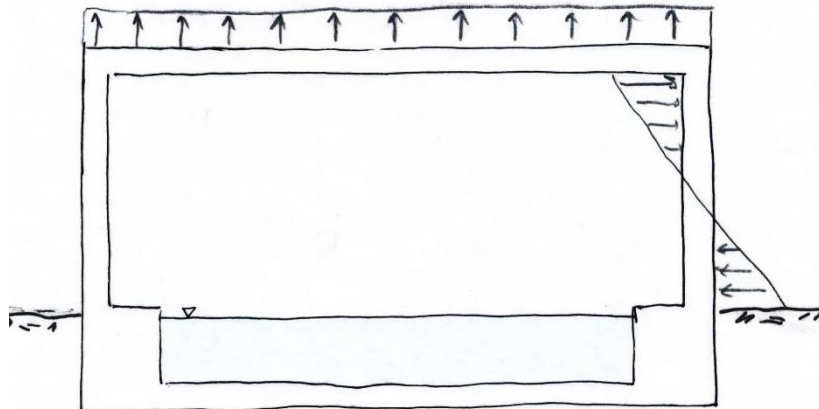
Fuktskador kan också orsakas av vattenstänk.



Figur 5 Figuren illustrerar vanliga skademekanismer orsakade av högt fukttinnehåll i inneluften. Fukten kan diffundera genom vägg och tak inifrån och ut och vid kalla ytor kan kondens och uppfuktning ske. För att minska risken för skador på grund av diffusion skall innerytan ha ett högt ånggenomgångsmotstånd. Fukten kan också transporteras genom konvektion i otätheter. Fuktkonvektion kan ge avsevärda fuktmängder lokalt. För att hindra fuktkonvektion skall man ha lufttäta konstruktioner och/eller invändigt undertryck.

5 Klimatbelastning i badhus och spa

Lufttryckförhållandena i en byggnad bestäms av temperaturskillnaden mellan ute och inne (termisk drivkraft eller skorstensverkan) av vindbelastning mot byggnaden samt av hur ventilationssystemet är utformat i byggnaden. Termisk drivkraft ger tryckförhållanden som illustreras av Figur 6.



Figur 6 Bilden visar lufttryckfördelningen orsakad av termisk drivkraft i en byggnad. Det blir övertryck i övre delen. Det är generellt sett svårt eller omöjligt att helt minska risken för invändigt övertryck genom att balansera med hjälp av ventilations-systemet i denna typ av lokal där det oftast är högt i tak och där dörrar mot ute öppnas frekvent.

Temperatur och relativ fuktighet i badhuset styrs av i första hand komfortkraven. När man är våt blir man avkyld. Är den relativa fuktigheten låg blir avdunstningen från kroppen stor vilket ger kraftig avkylning. Av detta skäl brukar man kräva att den relativa fuktigheten inte går under vissa värden. Av samma skäl blir komforten bättre om man höjer temperaturen.

I äldre badhus med simbassäng var vattentemperaturen ca 22 °C och rumstemperaturen några grader högre. I dessa badhus hade man erfarenhet av hur man skulle bygga för att undvika skador. I nya badhus och spa med vattenlekland med rutschkanor och bubbel-pooler är vattentemperaturen ofta upp till 30 °C och rumstemperaturen strax över det. Man strävar efter att, av komfortskäl, inneluften ska ha en relativ fuktighet som inte är lägre än 50 % vilket vid dessa höga temperaturer innebär en mycket hög ånghalt i luften. Detta i kombination med att man ofta har höga byggnader med utrymme för rutschkanor innebär stor risk för fuktkonvektion i de övre delarna av byggnaden. Kravet är stort på konstruktionernas lufttätethet. I och med de stora förändringarna i inneklimatet jämfört med äldre badhus kan man inte utan vidare tillämpa samma konstruktioner och detaljlösningar som förr (Holmström och Karlsson 2006).



Figur 7 Kondensutfall på ett underlagstak.

Nedanstående Tabell 3 är ett exempel på krav för ett badhus 2012.

Tabell 3 Styrande förutsättningar avseende vatten och lufttemperaturer med mera.

Rum	Lufttemperatur, °C	Vattentemperatur, °C	Relativ fuktighet, %
Entré Reception Kök	21-24		
Omklädningsrum Duschrum	24-26		
Bassängrummet - motionsbassäng - rekreationsbassäng - varmpool - småbarnspool - vattenrutschkanor	30	28 30 34 30 30	50-55
Undervisningsbassäng	31	30-34	50-55
Relaxavdelning - massagepool - varmpool	27	34 34	50-55
Styrketräning	18-20		

Tabell 3 visar vilka klimatkrav det kan vara fråga om i en nybyggd simhall och badhus. Tabellen visar även att det finns många lokaler med helt olika klimat i samma byggnad. Det betyder att man måste sektionera inom byggnaden och dimensionera skiljekonstruktioner så att inte lokala skador uppstår.

Tabell 4 Styrande ånghalter för badhuset med klimatkrav enligt Tabell 3.

Rum	Temperatur, °C	Relativ fuktighet, %	Ånghalt, g/m ³	Daggpunkt, °C
Bassängrummet	30	55	16,7	19,4
Undervisningsbassäng	31	55	17,6	20,3
Styrketräning	18			

Av tabellen framgår att fukttillskottet i rummet med undervisningsbassängen är så högt att daggpunkten är 20,3 °C. Det betyder att den fuktiga luften kondenserar om den kommer ut i t ex rummet med styrketräning eller i entrén.

För ett äldre badhus med lägre temperatur på vattnet (ca 22 °C) och några grader högre lufttemperatur (Sender 1998) blir motsvarande värden:

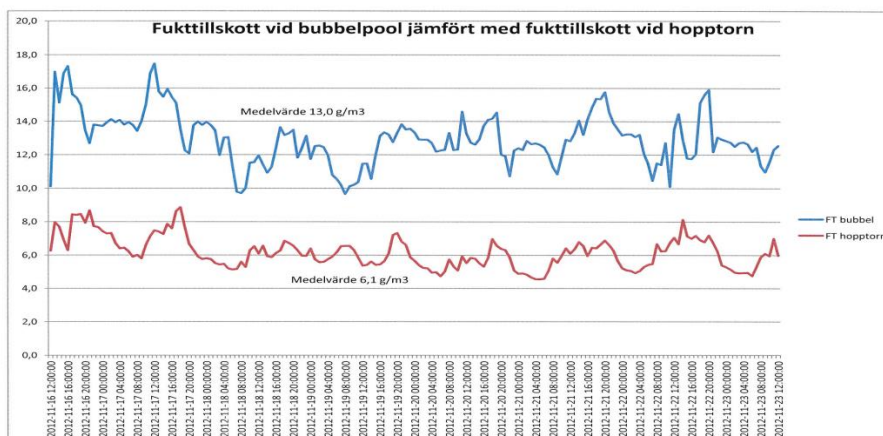
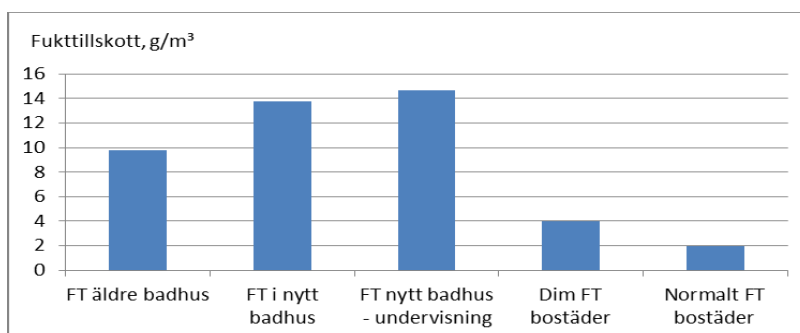
Tabell 5 Styrande ånghalt i ett äldre badhus.

Rum	Temperatur, °C	Relativ fuktighet, %	Ånghalt, g/m ³	Daggpunkt, °C
Bassängrummet	25	55	12,7	14,8

Ånghalten inne blir snabbt hög vid stigande innetemperaturen om samtidigt den relativa fuktigheten är konstant. Skillnaden mellan inne och ute, fukttillskottet, blir stort vilket visas av Tabell 6 som gäller för ett vinterfall med en utetemperatur på -5 °C och en relativ fuktighet på 90 %. Ånghalten ute är då 2,9 g/m³. Som jämförelse visas dimensionerande och normalt fukttillskott i bostäder.

Tabell 6 Temperatur, ånghalt och fukttillskott i några olika lokaler. Den nedre bilden visar uppmätta värden för fukttillskott, bl a i lokal för bubbelpool.

Rum	Temperatur, °C	Ånghalt, g/m ³	Fukttillskott, g/m ³
Bassängrum i äldre badhus	25	12,7	9,8
Bassängrum i nytt badhus	30	16,7	13,8
Undervisningsbassäng i nytt badhus	31	17,6	14,7
Dimensionerande fukttillskott för bostäder			4
Normalt fukttillskott i bostäder			2



6 Tänkbara åtgärder för att möta fuktsäkerhetskraven

6.1 Ytterväggar och yttertak

Av det tidigare framgår att fuktkonvektion är den vanligaste skadeorsaken i väggar och tak. Förutsättningarna för skador orsakade av kondens på grund av fuktkonvektion är

- att inneluften är fuktigare än uteluften. Detta är alltid fallet i badhus och spaanläggningar.
- att det råder ett invändigt övertryck, att luften vill blåsa inifrån och ut.
- att konstruktionerna är otäta.
- att konstruktionerna består av fuktkänsliga material.

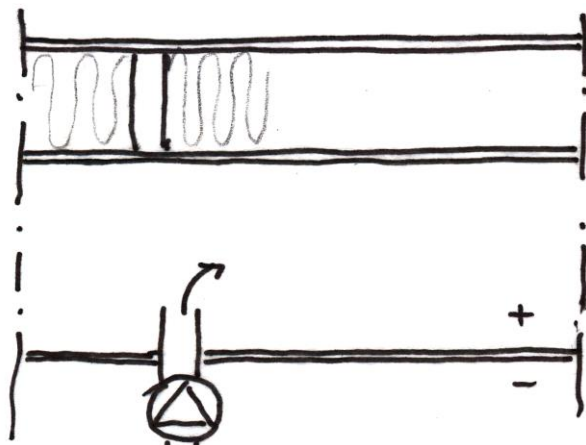
Vill man minska risken för skador på grund av fuktkonvektion har man flera möjligheter. Lösningar och metoder som använts i olika projekt framgår nedan. Dessa kan också många gånger kombineras för att nå en ökad fuktsäkerhet:

- Säkerställa undertryck på konstruktionens insida vilket innebär speciallösningar som
 - att bygga ett trycktak under yttertaket och säkerställa övertryck gentemot inneluften
 - att trycksätta ett parallelltak, en åtgärd som har tillämpats i samband med skadefall men knappast vid nyproduktion
 - att säkerställa undertryck inne genom mer frånluft än tilluft kan vara möjligt i en liten spaanläggning men knappast i ett badhus
- Bygga lufttätt
 - konstruktioner med platsgjuten betong har goda förutsättningar att bli lufttäta
 - sandwichkonstruktioner tätas i skarvar
 - om tak och väggar byggs med regelkonstruktion är absolut lufttätthet nödvändig. Ställ krav och kontrollera att de uppfylls. Här finns tillgängligt stöd för en byggprocess med fokus på lufttätt byggande, se vidare ByggaL (www.lufttathet.se).
- Använda fukttåliga material där det finns risk för hög fuktförekomst. Exempel är
 - bland annat bärande material i betong, sten eller metall
 - värmeisolering som är ångtät, lufttät och fukttålig
- Installera larmfunktioner för temperatur, fuktighet och framför allt tryck

Att säkerställa undertryck inne i hela badhuset genom att suga ut mera luft än vad man blåser in brukar vara omöjligt. Skälen är många. Innetemperaturen är hög vilket innebär en stor termisk drivkraft vintertid. Byggnaderna är ofta höga vilket innebär en stor skillnad i lufttryck mellan tak och golv. Om man skall säkerställa att det alltid är invändigt undertryck vid taknivå innebär det att undertrycket vid golvnivå blir orimligt

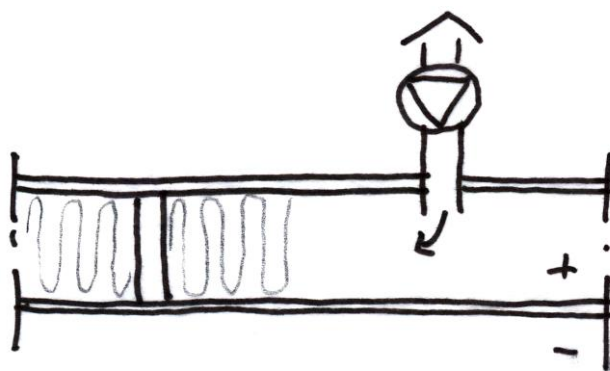
stort med komfort- och andra problem. För en låg byggnad, t ex en spaanläggning med normal rumshöjd, kan man möjligen säkra undertryck genom att suga ut mer luft än vad man blåser in. Men i högre byggnader är detta omöjligt.

För takens del i en hög byggnad kan man emellertid tänka sig att skapa ett mottryck antingen genom att bygga ett särskilt undertak med ett övertryck i den underliggande volymen eller att skapa mottryck i ett parallelltak eller en vind ovan badhuset. För väggarnas del är detta sällan möjligt, eller har ännu inte tillämpats. Principen för tak kan illustreras med principskisser nedan och har tillämpats i flera byggprojekt.



Figur 8

Genom att bygga ett lufttätt undertak under taket kan man skapa ett utrymme med övertryck i förhållande till badhuset. Metoden innebär att skaderisken elimineras för både taket och den övre delen av ytterväggen. Den luft man blåser in skall ha samma temperatur som i lokalen men den skall vara avfuktad och tillräckligt torr så att den inte orsakar fuktskador i yttertaket. För att vara säker på att hela taket ventileras kan det vara lämpligt att ventilationen sker med hjälp av både från- och tilluft som skapar ett övertryck i förhållande till inne.



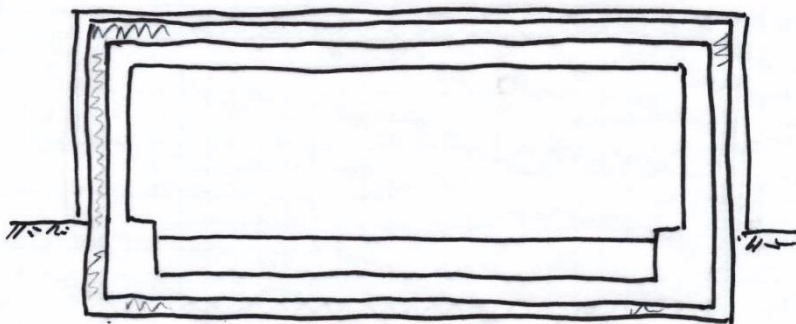
Figur 9

I ett parallelltak kan man skapa övertryck genom att blåsa in förvärmad uteluft, oftast i en luftspalt över isoleringen. Metoden har tillämpats i befintliga byggnader efter att skador på grund av fuktkonvektion har uppstått. Det kan vara svårt att i efterhand skapa ett övertryck eftersom taket inte har projekterats och byggts för att vara lufttätt. Ett annat problem kan uppstå om man blåser in för kall luft i taket och kyler ner parallelltakets undersida där kondensutfällning kan ske. Ytterligare problem kan uppstå om man tillämpar principen efter att fuktskador orsakat mögelbildning och elak lukt inne i taket. Om taket i ett sådant fall trycksätts kan det leda till problem i innemiljön

Att bygga lufttätt kan vara en utmaning om man väljer flerskiktsskonstruktioner med regler, isolering, skivor och tätskikt för väggar och tak. Det invändiga tätskiktet,

plastfolien, måste vara helt lufttät vid alla anslutningar och genomföringar både vid byggtillfället och för all framtid. Det ställer stora krav både på väl uttänkta konstruktioner och på utförandet. En homogen konstruktion, till exempel en sandwichvägg, kan ha bättre förutsättningar att bli varaktigt lufttät. För ytterligare stöd i lufttätt byggande, se www.luftpäthet.se där metod för att bygga lufttätt beskrivs (ByggaL).

Generellt sett måste man bygga med robusta konstruktioner vilket innebär krav på mycket god lufttäthet och användning av fukttåliga material. En inre lufttät betongkonstruktion som är värmeisolerad utvändigt är en möjlig lösning. Betongelement med noga lufttätade skarvar och anslutningar en annan. Ändå kvarstår svårigheter att lösa vid genomföringar t ex vid fönster och takluckor.



Figur 10 En lufttät, bärande stomme t ex av platsgjuten betong, kan vara en bra lösning för att säkerställa lufttäthet.

Genom att tillämpa flera av dessa principer samtidigt kan man öka fuktsäkerheten. Följande exempel för val av yttertak kan vara belysande.

Konstruktion	Ventilation	Riskbedömning	Kommentar
Parallelltak med värmeisolering mellan träreglar och invändig plastfolie	Mer frånluft än tilluft i badhuset	Stor risk för skador på grund av dels otätheter i taket dels övertryck inne	Bör undvikas, se avsnittet om skador
	Trycktak under yttertak	Ingen risk för fuktkonvektion inifrån badhuset så länge som trycktaket skapar rätt tryckbild	För säkerhets skull bör temperatur, fuktighet och tryckskillnad mätas kontinuerligt och larma om fel uppstår
Utvändigt isolerat betongtak	Mer frånluft än tilluft i badhuset	Risk för fuktskador på grund av övertryck inne. Konsekvenserna blir inte allvarliga eftersom materialen i taket är relativt fukttåliga	Skador framför allt i otäta anslutningar och skarvar
	Trycktak under yttertak	Ingen risk för fuktkonvektion inifrån badhuset så länge som trycktaket skapar rätt tryckbild. Konsekvenserna blir inte allvarliga eftersom materialen i taket är relativt fukttåliga	Här har man god säkerhet mot skador på grund av fuktkonvektion. Larm bör ingå i systemet. Säkerheten kan emellertid uppfattas som onödigt stor

6.2 Mellanväggar och bjälklag

I och med att ett badhus har många olika klimatzoner måste dessa avskiljas så att skaderisken minskar. Det kan innebära luftslussar och trycksättning med undertryck i fuktiga delar så att den fuktiga luften inte sprids. Det kan också innebära att väggar och bjälklag dimensioneras och utförs som om de vore ytterkonstruktioner när fuktiga delar gränsar mot svala eller kalla delar. Dimensioneringen kan avse både fuktdiffusion, fuktkonvektion och kondens på kallare ytor/oisolerade konstruktioner.



7 Sammanfattning och rekommenderade principer

Inventeringen har visat att det finns ett behov av systematiskt arbete för att säkerställa fuktsäkerheten i badhus och spaanläggningar. Framförallt är risken för fuktkonvektion en utmaning som behöver beaktas för att undvika skador i klimatskal i dessa anläggningar. Nedan följer några goda principer som framkommit inom projektet för att öka fuktsäkerheten vid planering och produktion av badhus och spaanläggningar och som inriktar sig framförallt mot risken för fuktkonvektion.

Inledningsvis klarläggs förutsättningar inför planering och projektering av nybyggnad, om- och tillbyggnad. Var särskilt noggrann vid planering av bad eller spa i gammal byggnad. Finns det förutsättningar för att skiljekonstruktionerna klarar den belastning som det innebär? Finns förutsättningar att installera de ventilationsanläggningar som kan komma att behövas?

Välj principer för klimatskiljande konstruktioner. Vill man minska risken för skador på grund av fuktkonvektion har man flera möjligheter:

- Säkerställa undertryck inne, t ex genom att skapa mottryck i konstruktionsdelar eller undertak
- Bygga lufttätt
- Använda fukttåliga material
- Installera larmfunktioner för temperatur, fuktighet och framför allt tryck

Genom att tillämpa flera av dessa principer samtidigt kan man öka fuktsäkerheten.

Välj zonindelning inom byggnaden och planera för lufttäthet och eventuell värmeisolering i skiljande väggar och bjälklag. Sträva efter undertryck i de fuktiga zonerna.

Tillämpa de hjälpmedel som finns för att bygga fuktsäkert (ByggaF) och att bygga lufttäta konstruktioner (ByggaL). Exempelvis vattenstänk som kan förekomma på invändiga ytor behöver planeras för (till exempel val av fukttåliga material, fuktspärrar).



8 Behov av fortsatta studier

Det finns ett tydligt behov av goda exempel på tekniska lösningar för fuktsäkra badhus och spaanläggningar som också har följts upp och visats vara fuktsäkra. Vi föreslår därför att pilotprojekt som tillämpar principerna som beskrivs i detta projekt följs upp genom mätningar under byggtid, men även efter färdigställandet under 1-2 år. De principer som redogörs för ovan kan under pilotprojekten dessutom vidareutvecklas till en större detaljeringsgrad så att det blir ett verktyg/metod som kan användas av aktörer som är inblandade i byggprocessen för badhus och spaanläggningar. Detta verktyg kan vara ett stöd för aktörer som i övrigt också följer ByggaF och ByggaL.



9 Referenser

Almemark, M et al. **Aktiva badhus**. IVL Svenska Miljöinstitutet, Stockholm 2015

Bringe, H. **Svømmehaller. Erfaringer, skader, utbedringsforslag**. Norges Byggeforskningsinstitut, Oslo 1985

Byggforsk Håndbok 52. **Bade- og svømmeanlegg**. Norges Byggeforskningsinstitut, Oslo 2004

ByggaF, www.byggaf.se

ByggaL, www.lufttathet.se

Holmström, Anna, Karlsson, Lina. **Projekteringsförutsättningar för dagens badanläggningar**. Examensarbete E2006:115. Chalmers Tekniska Högskola 2006

Kumlin, Anders **Fuktproblem i simhallar och andra byggnader med hög fuktbelastning** Bygg & Teknik nr 2 2012

Ohlsson, M et al. **Badhus Strategiska frågor och ställningstaganden**. Sveriges kommuner och landsting. Stockholm 2014

Sender, U. **Corrosion and protection in swimming pool buildings**. Korrosionsinstitutet, Stockholm 1998. ISBN91-87400-07-3

Bilaga 1 Litteratursökning – resultat

Sammanställt av Annika Ekstrand-Tobin, SP Hållbar Samhällsbyggnad

Inledning

Litteratursammanställningen är resultatet av en sökning efter publikationer på internet via Google, Scholar Google, Kungliga Tekniska Högskolans publikationsdatabas, CBI Betonginstitutets bibliotek, SINTEF, BYGGDOK, SBIs publikationsdatabas samt CTH Chalmers Tekniska Högskolas publikationsdatabas. Syftet med litteratursökningen var att söka referenser om fuktsäkerhet och skador med fokus på klimatskalet i badhusanläggningar.

Som sökord användes både enskilda ord och kombinationer av ord på svenska och motsvarande ord och ordkombinationer på engelska, danska och norska. De sökord som användes var: badhus, spa, simhall, fuktskador, frostsprängning, röta, ytterväggar, klimatskal, tak, konvektionsskador, yttertak, simbassäng, vattenland, goda exempel, åtgärder, fuktsäkerhet, golvbjälklag, skador, luftfuktighet.

Sökord

Litteratursökningen resulterade i en mängd mycket olika kategorier av skrivet material. Dessa kategorier bestod av: handböcker, nyhetsreportage, examensarbeten från olika högskolor och universitet, kommunal förstudie, vetenskapliga artiklar, en teknisk utredning, material från konsulter, handböcker från myndigheter, populärvetenskapliga artiklar, seminarieuppgifter ur doktorandkurser och ett föreläggande från en Miljö- och hälsoskyddsnämnd.

Sökresultat

1. Föreläggande att utreda badvattenkvalitet, ventilation samt åtgärda takskador – Skärholmens sim- och idrottshall, byggd 1980. Miljö- och Hälsoskyddsnämnden i Stockholms Stad. 2013
2. Bygga Bad. Wikenstahl T. 2012
3. Energianvändning i badhus. Simulering och jämförelse av gamla och nya system. Fredriksson L. Examensarbete Uppsala Universitet. 2012
4. Fortsatt teknisk utredning. Äventyrsbadet, Kalmar byggt 1970. Knutsson Å. 2011
5. Projektförutsättningar för dagens badanläggningar. Holmström A, Karlsson L. Examensarbete CTH. 2006
6. Bade- og swømmeanlegg. Red Holm FH Bøhlerengen T. Handbok. 2004.
7. Badhus. Strategiska frågor och ställningstaganden. Sveriges kommuner och Landsting. ISBN: 9789175851976. *Säljs via Svensk Byggtjänst*. 2014.
8. Förstudie Nässjö simhall. PreDevo AB. Uppdrag för Nässjö kommun, utdrag från hemsida. 2014
9. Skador och problem på kommunala inomhusbadanläggningar – en inventering. Franjic M, Ramadan K. Examensarbete Malmö Högskola. 2013
10. Problem i högt fuktbelastade byggnader. Wong K, Bergh D. Examensarbete KTH. 2012

11. Innemiljö och energianvändning i badhus – problem, åtgärder och besparingar. Bengtsson E, Morales-Salas R. Examensarbete LTH. 2010
12. Sanlitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar. Päivo Aalto. Handbok. 2007
13. Bassängbad Hälsorisker, regler och skötsel. Socialstyrelsens Handbok för handläggande inklusive Allmänna råd (SOSFS 2004:7). 2006
14. Förordning (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll. Svensk författningssamling. SFS 1998:901. 2 s.

Kort beskrivning av sökresultaten

Referens 1:

Föreläggande att utreda badvattenkvalitet, ventilation samt åtgärda takskador – Skärholmens sim- och idrottshall, byggd 1980. 2013. Miljö- och Hälsoskyddsnämnden i Stockholms Stad

Syfte och sammanfattning

Dokument från Miljö- och hälsoskyddsnämnden. En ärendehantering 2010-2013 med beslut om åtgärder. Miljöförvaltningen har inspekterat och påvisat brister i vattenkvalitet, i tillsyn, OVK-dokument, notering av takläckage m m. Utlovad takrenovering hade ej genomförts, ej godkända OVK-protokoll hittades och man efterfrågar åtgärdsinsatser. Hänvisar till delar i olika referenser som WHO, Förordning (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll, delar i Miljöbalken, Socialstyrelsens allmänna råd om bassängbad (SOSFS 2004:7), om fuktskador (SOSFS 1999:21), om bassängbad (2004:7).

Slutsats

Referensen demonstrerar processandet i arbetsgången vad avser badanläggningars problem i drift- och underhållsskedet. Den speglar även de olika risker som kan förekomma. Vad är det som fördröjer handlingsförloppet? Ekonomin, ansvarsfördelningen eller rutinerna? Vilka rutiner fångar upp fuktskador som kan ge skador på takets konstruktion/bärkraft?

Referens 2:

Bygga Bad 148 s

2012. Wikenstahl Torsten. *Bok*

Syfte och sammanfattning

Bok med kunskap och praktiska tips och råd om hur man ska bygga och driva badhus. Genomgång av historik, olika typer av bad, bassängutseende, lokaler, vattenkvalitet, exempel på badhus exteriörer, korrosionsskador, betongkvalitet, anläggningens byggmaterial, ytskikt, ljud, ljus, vattenrengöring, övergripande planering.

Exempel på kapitel

Bygga bad i praktiken, planering, m fl

Kommentar

Referensen tar mycket kort upp faran med konvektion och diffusion av fukt i övre väggdelar och tak.

Referens 3:

Energianvändning i badhus. Simulering och jämförelse av gamla och nya system
2012. Fredriksson Lisa. *Examensarbete Uppsala Universitet*

Syfte och sammanfattning

Ge generell bild av kraven på simhallar, jämföra inverkan på energibehov av olika ändringar på ventilationssystem och klimatskal. Ett badhus i Stockholmsområdet specialstuderades.

Nyckelord

Energieffektivisering, simulering, systemjämförelser

Metod

Med programmet IDA Indoor Climate and Energy gjordes simuleringar för enskilda rum i en och för att räkna ut en hel byggnads energianvändning. Faktorer som varierades var: typ av ventilation, återluft, övertäckt bassäng

Slutsats

Värmebehovet av ett äldre badhus minskade med nästan 90% med nytt ventilationssystem och övertäckt bassäng

Referens 4:

Fortsatt teknisk utredning. Äventyrsbadet, Kalmar byggt 1970
2011. Knutsson Åke, Ingenjörfirman M- Gustafsson AB. *Byggnadsteknisk utredning*

Syfte och sammanfattning

En rapport om en byggnadsteknisk utredning som beskriver omfattningen av skador i takkonstruktionen och korrosionsskador samt olika ytbeläggningar. Visar tydligt vilka olika typer av skador som kan drabba en badanläggning. Utredningen innehåller många fotografier.

Nyckelord

Skadeinventering

Metod

Dokument, muntlig information. Okulär besiktning in- och utvändigt. Undersökning i valda delar, fuktkvotsmätning, analys av ytprover, fukt- och temperaturmätningar. Fotografier.

Slutsats

Hela anläggningens yttertak behöver bytas, renovering av golv och väggar i källare.

Referens 5:**Projektförutsättningar för dagens badanläggningar**

2006. Holmström Anna, Karlsson Lina. *Examensarbete CTH*

Syfte och sammanfattning

Kartläggning av projekteringsförutsättningar för inomhusklimatet och belysande av dess påverkan på byggnadens klimatskal och bärande system. Syftet var att öka förståelsen för hur inomhus-klimatet påverkar anläggningen och tydliggöra varför fuktproblem lätt uppstår i badanläggningar.

Nyckelord

Diffusion, fuktproblem, fuktvandring, inomhusklimat, klimatskal, kondens, konvektion

Metod

Kartläggning, mätstudie, diffusionsberäkning i en takkonstruktion.

Slutsats

Undertryck i badanläggningen relativt utomhusluften bör alltid efterströvas för att undvika konvektiva fukttransporter i klimatskalet. Täta konstruktioner minimerar risken för stora konvektiva och diffusiva fukttransporter som kan leda till kondens i konstruktionen. Köldbryggor bör undvikas.

Referens 6:**Bade- og svømmeanlegg (250 s)**

2004. Red. Holm F H Bøhlerengen T. Norges Byggforskningsinstitutt. *Handbok*

Syfte och sammanfattning

Norges simhallsinventering 1995 påvisade behovet av tekniska anvisningar i handboksform. Boken beskriver mycket utförligt alla delar som skadebilder, planläggning, inneklimat, vatten/bassäng, installationer och klimatskal samt checklistor och funktionskrav. Litteraturreferenser.

Innehåll

Exempel på kapitelindelning i boken är planläggning, kontroll av lösningar, klimatskal och skiljekonstruktioner, bassängkonstruktioner och golv runt bassänger, dusch- och garderobanläggning, tekniska installationer, förvaltning, drift, underhåll, tillståndsanalys.

Metod

Oslo kommun, SITEF och konsulter och nio sakkunniga vid Norges Byggforskningsinstitut har skrivit denna ansenliga handbok med huvudförfattaren Tron Bøhlerengen som huvudförfattare.

Referens 7:

Badhus. Strategiska frågor och ställningstaganden. Sveriges kommuner och Landsting. ISBN: 9789175851976. *Säljs via Svensk Byggtjänst.* 2014.

Syfte och sammanfattning

Syftet med skriften var att belysa strategiska frågeställningar vid ny- och ombyggnation av simhallar. Eftersom badhus är komplexa byggnader behöver särskilda hänsyn tas till badande, vattnet, luften och materialen. Fukt- och korrosionsproblematiken gör badhusen unika. Viss byggteknik kan leda till kostsamma och återkommande problem. Nyare beprövade rön för betong, stål, vattenrening och mätmetodik samt erfarenheter kan ge bassänger med betydligt längre livslängd.

I skriften redovisas goda och dåliga exempel på renovering och nybyggnation av badhus. Man understryker vikten av fuktsäkerhetsprojektering och anpassat materialval som till exempel högkvalitativt armeringsstål. Kapitel 1-4 behandlar ansvarsfrågor och vad som är speciellt med att bygga och förvalta ett badhus. Kapitel 5-12 hanterar processen kring bygge och renovering från start till förvaltning. Kapitel 18 har listor med frågeställningar att ta ställning till och kapitel 19 består av en intervju om Karlstads nya badhus. I bilagorna finns exempel på driftskostnader, information om bakterier och metoder att analysera vatten.

Referens 8:**Förstudie Nässjö simhall**

2014. PreDevo AB. *Uppdrag för Nässjö kommun – från deras hemsida*

Syfte och sammanfattning

Att få underlag till beslut om byggnad av simhall. I underlaget finns även kort nämnt takets konstruktion.

Slutsats

Förstudien tar mycket kort upp takkonstruktionen (sannolikt menas undertakskonstruktionen) och beskriver den som problemfri och lyckad men omöjlig att av konstruktions-skäl bibehålla taket om man ska bygga en ny bassäng. Rekommendationen om takets konstruktion summeras i en mening: att det bör ha fuktspärr som är lufttät och ha god isolering.

Referens 9:**Skador och problem på kommunala inomhusbadanläggningar – en inventering.**

2013. Marko Franjic, Khalil Ramadan. *Examensarbete Malmö Högskola*

Syfte och sammanfattning

Inventering av konstruktion, tekniska system, skador och problem på kommunala inomhusbad i Skåne, från 50-70-talet. Förutsättningar, skillnader och orsaker till skador.

Nyckelord

Inomhusbadanläggning, korrosion, kalkutfällningar, ventilation, betong

Metod

11 studiebesök, 9 badanläggningar har undersökts, 6 intervjuer, litteraturstudie

Slutsats

Vanligaste skador är korrosion på rostfritt stål och kalkutfällningar på klinkerplattor. Vidare skador som förekommer är även plattlossning, kondens, ventilationsproblem, betongvittring. Renoveringar är oftast mycket dyra och budgetlösningar bedöms inte som hållbara i längden. En slutsats är att det inte pågår mycket forskning.

Referens 10:**Problem i högt fuktbelastade byggnader.**

2012. Wong Katilla, Bergh David. *Examensarbete KTH*

Syfte och sammanfattning

Förklarar allmänna problematiken om högt fuktbelastade byggnader och berör fukt-skadade badhuset Aquarena i Katrineholm. Innehåller beräkningar av fukttransport.

Nyckelord

Badhus, simhall, fukt, fuktproblem, fuktskador, väggkonstruktion, mögel, WUFI, WUFI Bio

Metod

Datorprogrammet WUFI Pro 4.2 och analyserats i WUFI Bio 3.0

Slutsats

Resultaten visar att befintliga skador kunde verifieras via programmet och att brister i ångspärrens täthet hade stor betydelse. Viss osäkerhet i nybyggnadsdel beror sannolikt på att programmet inte är helt utvecklat och otillräcklig kunskap om materialegenskaper i input.

Referens 11:

Innemiljö och energianvändning i badhus – problem, åtgärder och besparingar

2010. Bengtsson Emil, Morales-Salas Raul. *Examensarbete – LTH*

Syfte och sammanfattning

Utreder inomhusklimat och krav i badhus. Presenterar ventilationssystem och smarta energilösningar. Studerar olika komplikationer från ett simhallssystem, ger åtgärdsförslag och energibesparingstips. I kartläggningen beskrivs ett ventilationssystems uppbyggnad och energieffektivisering, ventilationssystems olika komponenter, olika zoners ventilationssystem, energiförlustberäkningar, avfukttningsfall med mera.

Nyckelord

Ventilationssystem, Energieffektivisering, Badhus, Simhall, Energisystem, Energibesparingar.

Slutsats

Det finns många potentiella energiläckor i en simhall. Energibesparingsmöjligheterna innebär dock stora investeringar som sannolikt inte bereds utrymme i förvaltningars budget.

Referens 12:

Sanitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar

2007. Päivi Aalto. *Handbok på 21s publicerad av Social- och hälsovårdens produkttillsynscentral (Finland)*

Syfte och sammanfattning

Beskriver faktorer som påverkar luftens kvalitet i ett badhus olika rum. Berör fukt- och energibalans i simhallar. Beskriver avdunstande kemiska ämnen, mikrober, termisk komfort, lämpliga luftfuktigheter, tryckförhållanden i olika volymer, vattenavdunstningsberäkning och luftströmning.

Kommentar

Handboken är en sammanställning av expertinformation för tillämpning vid planering av ventilation i simhallar och har kompillerats i samarbete med undervisningsministeriet och Finlands Simundervisnings- och Livräddningsförbund.

Referens 13:

Bassängbad Hälsorisker, regler och skötsel

2006. Socialstyrelsen Handbok för handläggande inkl Allmänna råd (SOSFS 2004:7)

Syfte och sammanfattning

Boken inriktar sig på hälsorisker för de badande vid olika badverksamheter och hur badvattnets kvalitet kan kontrolleras. I boken beskrivs tillsynsansvaret enligt miljöbalken för den kommunala nämnden för miljö- och hälsoskydd. Ansvar för den som driver en bassängbadsanläggning tas också upp.

Referens 14:**Förordning (1998:901) om verksamhetsutövers egenkontroll.**

Svensk författningssamling. SFS 1998:901. 2 s.

Utdrag ur förordningen

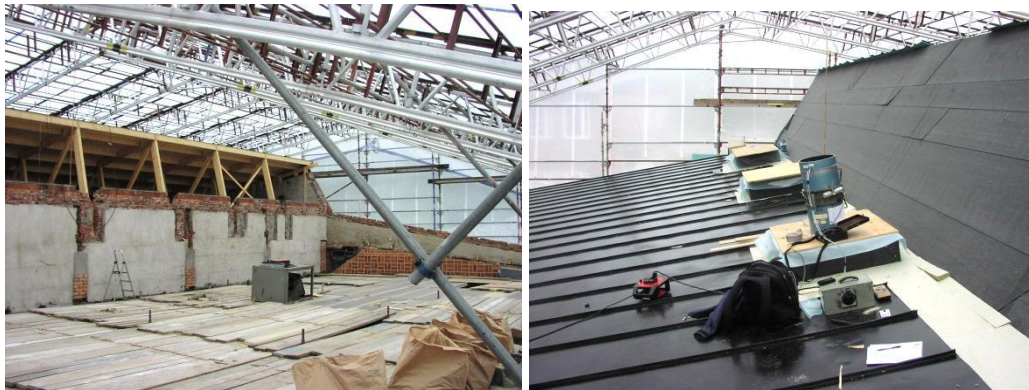
Förordningen gäller för den, som yrkesmässigt bedriver verksamhet eller vidtar åtgärder, som omfattas av tillstånds- eller anmälningsplikt enligt 9 eller 11–14 kap. miljöbalken.

”Verksamheten ska fortlöpande och systematiskt undersöka och bedöma riskerna med verksamheten från hälso- och miljösynpunkt. Resultaten av undersökningar och bedömningar ska dokumenteras. Inträffar i verksamheten en driftsstörning eller liknande händelse som kan leda till olägenheter för människors hälsa eller miljön, skall verksamhetsutövaren omgående underrätta tillsynsmyndigheten om detta. ”

Bilaga 2 Erfarenheter från åtgärder av tak i befintliga badhus – två exempel

Exempel 1

I ett tidigare fuktsskadat tak över en badanläggning har man som åtgärd för att undvika fortsatta fuktskador försett taket med ett mottryck. Övriga tak i omklädning och tvätt har inte denna lösning. Taken kontrollerades okulärt och med mätningar i juni 2015. Resultatet av denna kontroll visar att inga synliga skador eller avvikande lukt noterades på konstruktionsmaterial i vindsutrymmet vid undersökningen. Förväntade och låga fuktkvoter mättes även generellt i råspont och takstolar. Inget fukttillskott uppmättes i vinden jämfört med utomhus vilket tyder på att ventilationen och funktionen av vinden fungerar bra. Vindskonstruktionen lufttätetsprovades under byggnationen avseende luftläckage.



Figur 11 Vindskonstruktionen väderskyddades och täthetsprovades under renoveringen.



Figur 12 Visar oskadad råspont och takstolar i renoverad vindskonstruktion. Renoveringen utfördes 2009.

Exempel 2

Ett badhus i Västsverige drabbades tidigt under 1980-talet av fuktskador i taket. Där valde man att blåsa in förvärmad uteluft i luftspalt mellan isolering och råspont i taket/parallelltaket. Åtgärden gav gott resultat först när man hade säkerställt övertryck i hela taket vilket innebar ett omfattande tätningsarbete. Taket har följts upp med mätningar under september 2015. Dessa visar att ventilationskanaler som finns i taket blåser in luft i takkonstruktionen, dvs ger rätt luftström och tryckbild. Ett tydligt övertryck mättes upp i taket jämfört med utomhus, och tryckskillnaden uppmättes momentant till 7 Pa övertryck i taket gentemot inne vid besöksstillfälle i november. Låga fuktkvoter mättes i råsponten.



Figur 13 Lufttätad vindskonstruktion försedd med tilluft.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP-koncernens vision är att vara en internationellt ledande innovationspartner. Våra 1 400 medarbetare, varav över hälften akademiker och cirka 380 med forskarutbildning, utgör en betydande kunskapsresurs. Vi utför årligen uppdrag åt fler än 10 000 kunder för att öka deras konkurrenskraft och bidra till hållbar utveckling. Uppdragen omfattar såväl tvärtekniska forsknings- och innovationsprojekt som marknadsnära insatser inom provning och certifiering. Våra sex affärsområden (IKT, Risk och Säkerhet, Energi, Transport, Samhällsbyggnad och Life Science) svarar mot samhällets och näringslivets behov och knyter samman koncernens tekniska enheter och dotterbolag. SP-koncernen omsätter ca 1,5 miljarder kronor och ägs av svenska staten via RISE Research Institutes of Sweden AB.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2015:56

ISBN 978-91-88001-82-5

ISSN 0284-5172

PART OF **RISE**