

## **STOMSKYDD**

**En metod för lufttätning  
och fuktsäkring av  
byggnader med lätta  
klimatskal**

**Förstudie**

Stephen Burke  
Anders Kumlin  
Anders Sjöberg

---

## Förord

Denna förstudie är det sammanlagda resultatet av flera personers gemensamma kunskap, erfarenheter och arbete. Arbetet är upplagt så att rapportens kapitel och bilagor har olika huvudförfattare som ansvarar för sakinnehållet. Arbetsgruppen har bestått av Stephen Burke (NCC), Anders Kumlin (Polygon/AK-konsult), Mathias Lindskog (AK-Konsult), Eva Sikander (SP), Anders Sjöberg (Sto Scandinavia) samt Mats Öberg (NCC) med följande bidrag:

Det första kapitlet ”Inledning” inklusive beskrivning av nomenklatur är i huvudsak författat av Anders Kumlin och Anders Sjöberg.

Det andra kapitlet ”Stomskydd i Nordamerika” är författat av Stephen Burke. Stephen har tidigare bott i Canada och arbetade då bland annat praktiskt med stomskydd (House Wrap).

Tredje kapitlet ”Stomskydd i Norge” är författat av Eva Sikander. Eva har tidigare arbetat med att utreda lufttäthetsfrågor och då kommit i kontakt med det yttre lufttätande funktionen som används i Norge.

Innehållet i fjärde och femte kapitlet, ”Byggtiden” samt ”Brukstiden”, har gemensamt diskuterats fram under projektets gång. Referensgruppen identifierade de huvudsakliga egenskaperna och arbetsgruppen formulerade argumenten. Texten är i huvudsak formulerad av rapportens redaktör.

Kapitel sex, sju och åtta, ”Fortsatt forskning”, ”Diskussion” samt ”Slutsatser”. Har tagits fram gemensamt av arbetsgruppen. Texten är i huvudsak skriven av Anders Kumlin och Anders Sjöberg.

Bilaga A, sakinnehållet inklusive figurer är framtaget av Svein Ruud på SP i Borås. Texten är i huvudsak utformad av redaktören.

Bilaga B ”sammanfattning av WUFI” är författad av Anders Sjöberg.

Bilaga C WUFI är författad av Mathias Lindskog på AK konsult som även gjort samtliga WUFI och WUFI-Bio beräkningar.

Redaktör för rapporten har varit Anders Sjöberg

### **Ett stort tack till Referensgruppen:**

Carl-Eric Hagentoft, Chalmers

Christer Karström NCC

Folke Björk, KTH

Helena Bulöw-Hube Fojab Arkitekter

Jesper Arfvidsson, LTH Byggnadsfysik

Josef Olsson, Lokalförvaltningen i Göteborgs Stad (tidigare SISAB)

Lars Östberg PEAB

Peter Brander, Skanska

Rickard Henriksson WSP

### **Slutligen vill vi tacka:**

SBUF som finansierat projektet.

NCC som varit huvudman för projektet.

## Sammanfattning

Med stomskydd menas ett yttre skikt som kan appliceras mot vindskyddsskivan och som är lufttätt, diffusionsöppet och ofta fungerar som kapillärbrytande vattenbarriär. Stomskydd kan sannolikt anordnas på många olika sätt, men denna förstudie begränsar sig till stomskydd bestående av en duk eller ett vätskebaserat membran.

Dukbaserade stomskydd har använts i mer än 40 år i Nordamerika där dess främsta syfte ha varit att skydda träregelstommen, i ventilerade väggkonstruktioner, från inträngande vatten. Erfarenheter visar att om denna typ av stomskydd monteras felaktigt så kan det leda till förvärrade fuktskador.

I Norge används dukbaserade stomskydd som ett yttre lufttätande skikt i klimatskalet, detta skikt kallas ”vindspärren” (vindspärren). Det inre skiktet i väggen benämns ”dampspärren” (ångspärren). Norska studier av byggnaders lufttäthet visar att vindspärren i hög grad bidrar till byggnadens lufttäthet.

Det rollbara (vätskebaserade) stomskyddet utvecklades under 1990-talet i Nordamerika för att skydda träregelstommen vid putsade fasaden, Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS). Detta system kan användas bakom alla typer av fasader och rätt utfört även hindrar luftinträngning och därmed bidrar till byggnadens lufttäthet.

Genom att tidigt applicera ett stomskydd på vindskyddskivorna kan klimatskalets lufttäthet förbättras tidigt i byggskedet, innan plastfolien är monterad. Den förbättrade lufttätheten kan användas till att markant förbättra byggarbetsplatsen inomhusklimat och energieffektivitet. Med ett lufttätt klimatskal kan även styrda torkinsatser sättas in med avsedd verkan.

Ett stomskydd (med rätt egenskaper) kan fungera som ett väderskydd för regelverket och vindskyddsskivan, fram till det att fasadsystemet monterats. Detta sker då i samverkan med tätta lösningar för fönster, dörrar och andra öppningar i byggnadens klimatskal. M

Under driftskedet kan stomskyddet ha den ena, eller båda, av följande funktioner:

- En yttre lufttät barriär som förhindrar anblåsning i isoleringen samt förbättrar byggnadens lufttäthet (Enligt norsk princip)
- En extra vattenavvisande barriär som skyddar byggnadens stomme från kapillär uppfuktning av inträngande vatten (Enligt nordamerikansk princip)

I båda av dessa fall är stomskyddet relativt diffusionsöppet för att möjliggöra uttorkning av byggfukt etc. Beräkningar i denna förstudie visar att det kan förekomma en (teoretisk) risk, för förhöjda fukttillstånd, förknippad med användandet av stomskydd. Därför rekommenderas att en Fuktsäkerhetsprojektering utförs innan stomskydd väljs.

# Innehållsförteckning

<b>FÖRORD</b>	<b>1</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>2</b>
<b>1. INLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1 Bakgrund	4
1.1 Syfte	5
1.3 Begränsningar	5
1.4 Nomenklatur och begrepp	6
<b>2. STOMSKYDD I NORDAMERIKA</b>	<b>8</b>
2.1 Historisk tillbakablick	8
2.2 Dukkaserade stomskydd	9
2.3 Rollbara stomskydd	10
2.4 Erfarenhet från Nordamerika	11
Funktionen i olika Klimatzoner	11
Orkaner i varma klimat	12
Felmontage och slarv	12
Slutsats från Nordamerika	13
<b>3. STOMSKYDD I NORGE</b>	<b>14</b>
<b>4. STOMSKYDD UNDER BYGGSCHEDET</b>	<b>16</b>
4.1 Lufttäthet och energieffektivitet	16
4.2 Vädskydd	16
4.3 Torkklimat	17
4.4 Produktionsmetoder	17
<b>5. STOMSKYDD UNDER DRIFTSKEDET</b>	<b>19</b>
5.1 Byggnadens lufttäthet	19
5.2 Energieffektivitet	20
5.3 Fuktsäkerhet	22
5.4 Dynamisk beräkning av fuktfördelning	23
<b>6. FORTSATT FORSKNING</b>	<b>27</b>
<b>7. DISKUSSION</b>	<b>28</b>
<b>8. KONKLUSION &amp; SLUTSATSER</b>	<b>28</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>29</b>
<b>BILAGOR</b>	
Bilaga A.	<b>LUFTTÄTHETENS INVERKAN PÅ ENERGIANVÄNDNINGEN</b>
Bilaga B.	<b>UTVÄRDERING WUFI-SIMULERINGAR</b>
Bilaga C.	<b>BERÄKNINGAR WUFI 5.2 &amp; WUFI BIO</b>

# 1. Inledning

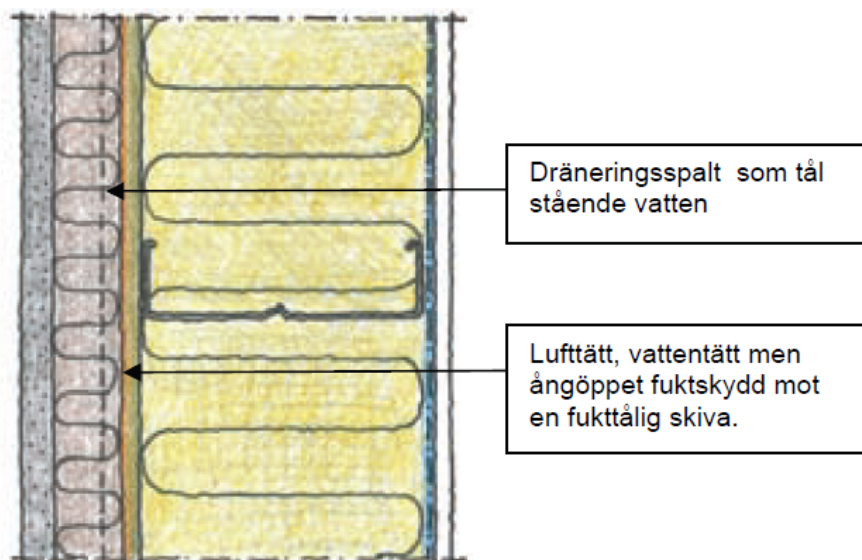
## 1.1 Bakgrund

Byggnaders lufttätethet är en avgörande egenskap som har fått allt mer fokus under senare år. Ett bra exempel är när Sandberg et al (2007) visar att lufttäta byggnader drar betydligt mindre energi i driftskedet. Upp till 40 % av energin kan sparas för en byggnad i vindutsatta lägen.

Sandberg och Sikander (2003) beskriver att otäta byggnader har en större risk att råka ut för fuktskador i byggnadsskalet på grund av okontrollerad luftkonvektion. Framst sker detta i tak- och ytterväggskonstruktioner där vattenångan kan kondensera och orsaka skada i form av mikrobiell tillväxt, elak lukt, dimensionsförändringar eller orsaka estetiska problem mm.

Normala sett ordnas byggnadens lufttätethet i lätta ytterväggar, såsom regelkonstruktioner, med en folie av plast eller annat material som tejpas och kläms fast mot insida av den bärande konstruktionen. Denna teknik har visat sig kunna ge lufttäta klimatskal, men kräver noggrann projektering och ett väl planerat arbetsutförande under byggtiden. Exempelvis har det visat sig krävas god planering och noggrann arbetsberedning för att få helt lufttätt i hörn etc och det finns en risk för punktering av folien under montage och i driftskedet varför försiktighetsåtgärder behöver vidtas.

Samuelsson och Jansson (2009) beskriver tre konstruktionsprinciper för putsade regelväggar som har visats kunna fungera vid provning i laboratorium. I konstruktionen som benämns "Putsad, tvåstegstätad, dränerad regelvägg" föreskrivs ett "lufttätt, vattentätt men ångöppet fuktskydd mot en fukttålig skiva", se figur 1.



Figur 1. "Tvåstegstätad, dränerad, regelvägg. Väggen måste utföras med detaljlösningar som innebär att eventuell inläckande fukt dräneras ut." (Samuelsson & Jansson, 2009)

Internationellt finns det flera exempel på konstruktioner där byggnadens klimatskal byggs upp med hjälp av ett yttre tätande skikt mellan stommen och fasadbeklädnaden. I Norge används ett sådant skikt främst som en extra yttre lufttätning. Medan ett liknande skikt i nordamerikanska främst är avsett som en extra vattenbarriär.

Dessa metoder börjar nu återfinnas även inom det svenska byggandet. Än så länge i en begränsad omfattning, men i stadigt växande grad.

## **1.1 Syfte**

Denna förstudie beskriver en byggteknik som är ny på den svenska marknaden, men som har funnits under längre tid i andra regioner, med liknande klimatförutsättningar.

Förstudien har dels haft som syfte att övergripande undersöka och beskriva användningen av stomskydd i andra regioner, vilka kom att bli Nordamerika och Norge. Samt dels att göra en första bedömning av stomskydd för den svenska byggindustrin ur byggnadsfysikalisk synvinkel.

Rapporten lyfter fram fördelar, möjligheter och eventuella risker med den alternativa byggmetoden. Främst med inriktning mot lufttäthet som i hög grad påverkar energianvändning och fuktsäkerhet.

Syftet med förstudien är att övergripande bidra till utvecklingen av lufttäta energieffektiva byggnader, en effektivare byggprocess samt byggnadsfysikaliskt robusta klimatskal.

## **1.3 Begränsningar**

Rapporten innehåller en förstudie som endast är utförd med teoretiska metoder. Efter en inledande litteraturstudie i källor med internationell översikt lokaliserades Norge, Canada och norra delen av US som regioner där stomskydd används. Inga andra regioner har behandlats i denna rapport.

Den internationella studien delades tidigt mellan Norge, där stomskydd främst är en vindspärr, och Nordamerika där stomskydd främst är en vattenbarriär. Beskrivningen av respektive region har i huvudsak endast fokuserat på dessa egenskaper.

I dessa två regioner används främst två typer av stomskydd, dukar respektive vätskebaserade membran. Inga andra system och byggmetoder har undersökts eller värderats i förstudien.

Denna inledande värderingen av stomskydd på den svenska marknaden är uppdelad i två delar. Dels en kvalitativ värdering som beskriver funktionen och nyttan av stomskydd. Dels en kvantitativ värdering som sätter siffror på några egenskaper och risker förknippade med stomskydd. Några andra värderingar har inte gjorts i denna förstudie.

## 1.4 Nomenklatur och begrepp

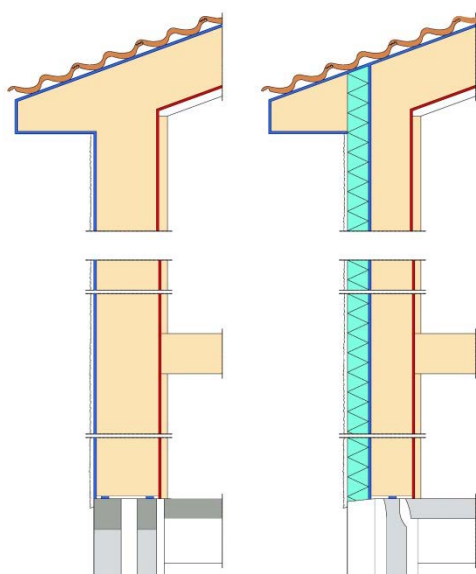
I Sverige benämner vi ofta det yttre lufttäta skiktet i en träregelstomme vindskydd. Ofta består vindskyddet av en vindskyddsskiva; alltså ett skivmaterial som har till uppgift att hindra luft från att blåsa in i regelstommens värmeisolering och försämra dess värmeisolerande förmåga. Normalt utförs ingen provning avseende lufttätethet när det gäller vindskyddet i svenska hus.

Den inre plastfolien som placeras på insidan av regelstommen benämns ofta diffusionsspärr eller ångspärr. Med begreppet diffusionsspärr avses egenskapen att hindra vatten i gasform att via diffusion transporteras ut genom konstruktionen. Ofta används så kallade Glaser-beräkningar för att uppskatta det maximala stationära fuktillståndet i en konstruktion.

Med begreppet ångspärr avses egenskapen att hindra vattenånga från att tränga in i konstruktionen och att spärren skall vara lufttät. Vanligen är ångspärrens uppgift att förhindra både fuktdiffusion och fuktkonvektion av vattenånga. Fuktkonvektion är transport av vattenånga via luftläckage som uppkommer i otäta konstruktioner som utsätts för tryckdifferenser på grund av vind, termisk eller mekanisk ventilation. Det bör observeras att en byggnads lufttätethet, förutom att påverka fuktsäkerheten, även påverkar byggnadens energiprestanda.

I praktiken innebär detta att det finns en tradition i Sverige att tillgodose byggnadens lufttätethet, när det gäller lätta klimatskal, med hjälp av klimatskalets inre ångspärr. Ofta utgörs ångspärren en plastfolie (PE-folie) som tejpas och kläms för att bli tät i skarvar, anslutningar och genomföringar.

I Norge benämns det yttre täta skiktet i klimatskalet för ”vindspärren” (vindspärren) och det inre för ”dampspärren” (ångspärren). Vindspärren utgörs normalt av olika typer av skivmaterial och kompletteras ofta med en vindduk. I det fall man använder både vindskivor och vindduk så kommer den färdiga byggnaden att ha två lufttäta skikt; den yttre vindduken och den inre ångspärren. De tekniska kraven på vindduken är att den skall vara lufttät, diffusionsöppen och fungera som vattenbarriär. För ångspärren gäller att den skall vara lufttät och diffusionstät. Se även figur 2.



Figur 2. Blå linje visar vindspärrens placering i ytterväggen, röd linje visar ångspärren.

I Nordamerika, används samma skikt som i Norge och där benämner de det yttre skiktet för 'house wrap' och det inre skiktet (monteras ytterst om det är varm klimat) 'vapour barrier'. Syftet med house wrap var från början att fungera som ett kapillärbrytande fuktskydd mot vatten som trängde in bakom fasaden. Innanför fasaden monteras ofta en fukt känslig plywood-skivan på träregelstommen, vars syfte är att styva upp konstruktionen.

Med benämningen stomskydd menas i den fortsatta texten i denna rapport det yttre skiktet, ofta applicerat mot vindskyddsskivan, vilket är lufttätt, diffusionsöppet och fungerar som kapillärbrytande vattenbarriär. Stomskyddet utgörs i denna förstudie av en duk eller vätskebaserat membran.



## 2. Stomskydd i Nordamerika

### 2.1 Historisk tillbakablick

På 1940-talet, började man i Nordamerika inse att lufttäthet och fukttransport kunde påverka ytterväggen på ett negativt sätt. Sambandet mellan att fukt kom in i väggen och att mögel och rötskador uppstod uppmärksammades. För att hindra fukt från att komma in i väggen utifrån, började byggindustrin att använda tjärpapp på utsidan av isoleringsskiktet. Denna tjärpapp fungerade som ett stomskydd och bidrog till att huset fick minde luftläckage och bättre inomhuskomfort.

Under oljekrisen på 1970-talet var det stor fokus på energieffektivitet i Nordamerika. Professor Rowley från Minnesota University, i USA, och Neil Hutcheon från Canada National Building Standard Association insåg att regnvatten kunde tränga in i ytterväggar med tjärpapp och skapa fuktproblem. De upptäckte även att tjärpappen kunde hjälpa till att stänga inne fukt i väggen på ett skadligt sätt om väggen blev uppfuktad. (DuPont, 2012)

Därefter började utvecklingen av en ny produkt med egenskaper som skyddade husets trästomme mot vatten men inte stängde inne vattenånga. Den första versionen av detta material började att produceras 1969. Produkten var Tyvek och tillverkades av DuPont. Tyvek är diffusionsöppen och kan släppa ut vatten ånga och är samtidigt vattentät så den skyddar stommen mot inträngande vatten. (DuPont, 2012)

Samtidigt, under 70-talets oljekris, började man använda Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) på träregelväggar i både USA och Kanada. Det var ett enkelt och billigt sätt att få en effektiv tilläggsisolering av en byggnad. I Sverige är detta system känt som 'en-stegs tätade fasader'. EIFS blev snabbt mycket populärt eftersom systemet var billigt och energieffektivt vilket snabbt ledde till stora energibesparingar.

Ursprungligen utvecklades EIFS i Tyskland för att tilläggsisolera murade byggnader, det vill säga robusta och fukttåliga byggnadsstommar. I Nordamerika, och på senare tid även i Sverige, användes EIFS på alla typer av stommaterial. Även på fuktkänsliga lättväggar med träregelväggar. (US Inspect, 2012)

Under 1990-talet, upptäckte man i Nordamerika att det började uppstå problem med EIFS i ytterväggar med träreglar. Det blev snabbt många skadefall eftersom det under 80-tal hade byggts många hus med detta system i USA och på västkusten i Kanada. Många av byggnaderna var stora hus, kondominiums, vilket motsvarar svenska bostadsrättsföreningar.

Skadorna upptäcktes efter ca 5-10 år, det var då främst problem med fukt och mögelpåväxt i väggekonstruktionen. Slutsatsen blev att vatten utifrån hade kommit in i väggen.

I många fall kunde skadan härledas till att tjärpappen inte fungerat som var avsett. Man kunde se att i de fall som putsen inte fäste mot tjärpappen, eller det fanns två lager tjärpapp, så bildades en dräneringsspal som kunde leda ut inträngande vatten. Medan denna dränerande spalt saknades helt i de fall som putsen hade fäst på tjärpappen, vattnet kunde då transporteras rätt in i väggen. Fuktproblemet var värre i de objekt där det moderna stomskyddet använts, eftersom putsen fäste mycket bättre till stomskydds-duken än till tjärpappen. (Lstiburek, 2001a)

När putsen fäster till en stomskydds-duk (se ovan) så börjar även de vattenavvisande egenskaperna hos duken att brytas ned. Man beskriver detta som att denna typ av duk är känsligt mot "surfactants", det vill säga ämnen som kan påverka materialets vattenavvisande egenskaper. "Surfactants" finns exempelvis i olika typer av trä, puts och smuts. (Lstiburek, 2001b)

För att åtgärda dessa brister med EIFS utvecklades en ny, bättre anpassad, produkt med egenskaper som inte är känsliga mot "surfactants". Denna utveckling resulterade i ett vätskebaserad, rullbart stomskydd. (Matthews, 2012)

## 2.2 *Dukbaserade stomskydd*

Denna produkt är en duk som levereras på rulle. Produkten appliceras då regelstommen är rest, men innan fönster och isolering sätts in i huset,

Man börjar med att fästa duken mot syllen, gärna vid ett hörn av byggnaden, och rullar sedan duken runt hela huset i ett svep som ett omslagspapper, se figur 3. Duken fästs mot huset med häftklammer, det finns även specialanpassade klammer med brickor för att förhindra genomstansning. Vid högre byggnader sätter man därefter nästa våd ovanför den första, med en bestämd överlapp. Det är viktigt att alla skarvar tejpas efteråt.



Figur 3. Principbild av hur man sätt upp en duk stomskydd.

Efter att stomskyddet monterats som ett obrutet skikt runt hela byggnaden är det dags att installera fönster och dörrar. Detaljutformningen är viktig så att stomskydd kommer ut över tätlist för fönstertätning så att vattnet som eventuellt rinner ner **stomskydden** rinner bort och inte inne i väggen.

Till sist monteras en dränerad och ventilerad fasad över stomskydden. Dukbaserade stomskydd kräver en dränerad luftspalt för att inte riskera att det blir stående vatten mot duken. Vatten som får stå mot duken en längre tid riskerar att på sikt transporteras genom duken via kapillär transport.

*"The primary function of a housewrap or building paper is rain penetration control. It is not air infiltration despite what the manufacturers say. The energy aspects of housewraps are vastly overstated. They have been embraced by builders for this function as can be evidenced by their market penetration. Yet their critical role in building durability is under appreciated and not marketed. It has been a triumph of marketing over physics."* (Lstiburek,2001b)

### **2.3 Rollbara stomskydd**

Denna produkt är en "färg" som levereras på burk. Produkten appliceras då regelstommen och vindskyddsskivan är monterad, men innan fönster och dörrar monterats på plats.

Man börjar med att tätar skarvar mellan byggmoduler, vindskyddsskivor etc med anpassade skarvtättningsmetoder. Ofta sker detta med flexibla och beständiga remsor eller tejper. Därefter säkerställs tätning och eventuella vattenutledning vid fönster, dörrar, genomföringar och anslutningar. Ofta sker även detta med flexibla och beständiga remsor eller tejper alternativt med flexibla spackelprodukter som förstärks med armeringsväv.

Då alla detaljer är säkerställda appliceras det rollbara stomskyddet som ett membran över hela ytan, inklusive de redan tätade detaljerna, anslutningarna och så vidare. Appliceringen av det rollbara stomskyddet kan ske med pensel, roller eller "airless-spruta", se figur 4.



Figur 4. Applicering av rollbart stomskydd.

Utanpå membranet monteras därefter fasadsystemet. Funktionen hos stomskyddet bevaras intakt med ett limmat fasadsystem som inte punkterar membranet med infästningspunkter. För fasadsystem som kräver mekaniska infästningspunkter finns olika typer av lösningar för att säkerställa god funktion hos stomskyddet.

Rollbara stomskydd har utvecklats för fasader med puts på olika typer av isoleringsskiva. Men denna typ av stomskydd kan användas bakom de flesta typer av fasader, även bakom de fasader där dukbaserade stomskydd normalt används.

## **2.4 Erfarenhet från Nordamerika**

Den viktigaste erfarenhet från Nordamerika är att samtliga typer av stomskydd fungerar bra, på alla typer av tvåstegs tätade fasader, om de är korrekt installerade. (Lstiburek, 2010) Det har även framkommit att ett rollbart stomskydd ger ett bättre skydd mot inträngande vatten än en dukbaserat stomskydd men, nordamerikanska studier har även visat att rollbara stomskydd kan vara dyrare än en duk stomskydd. (Matthews, 2012)

De dukbaserade stomskydden har normalt sett ett lägre ånggenomgångsmotstånd än de rollade systemen. Det innebär att byggfukt och eventuellt vatten som trängt in bakom ett stomskydd snabbare kan torka ut med ett dukbaserat system. (Matthews, 2012)

Det rollbara stomskyddet är snabbare och enklare att applicera på stora ytor, och det är mindre risk att man installerar det felaktigt. Om stomskyddet råkar bli skadat under byggtiden är lättare också lättare att reparera ett rollbart stomskydd än ett dukbaserat.

Antalet fuktskadade byggnader har minskat i de Nordamerikanska regioner där stomskydd har blivit obligatoriskt enligt byggnormen. Men, om stomskyddet inte installeras på rätt sätt kan byggnaden ta mer skada jämfört med att inget stomskydd använts. Detta gäller främst de dukbaserade systemen och tätning av skavarna.

Slutligen finns det nordamerikanska studier som visar på att om skarvarna hos en EPS-isolering tejpas så kan det i stort sett ersätta funktionen hos ett stomskydd gällande både fukt och lufttäthet. (Lstiburek, 2010)

## **Funktionen i olika Klimatzoner**

I kalla klimat såsom Kanada och Skandinavien används en transparent plastfolie på insidan av ytterväggen. Plastfoliens funktion är främst att hindra fuktig luft i ångfas att diffundera ut och kondensera i väggen, och dels att förhindra konvektion i väggen av varm fuktig luft. I de fall stomskydd används så monteras detta på utsidan av byggnadens bärande stomme.

Syftet med stomskyddet är att avleda inträngande vatten samt att hjälpa till att minimera luftrörelse i ytterväggen som kan orsakas av påblåsning från vind. Simuleringar visar på att ett korrekt applicerat stomskydd hindrar väggen från att bli uppfuktad och hjälper därmed till att torka ut konstruktionen. (Jablonka & Karagiozis, 2007)

Byggnader som ligger i ett varmt klimat där luftkonditionering används under stora delar av året, exempelvis södra delarna av USA, behöver ha ett skydd mot ångdiffusion på utsidan av klimatskalet. Under dessa varma förhållanden är det viktigt att det yttre vinstycket är lufttätt för att hindra varm och fuktig uteluft från att blåsa in i väggen där kondensproblem kan uppstå om huset är luftkonditionerat.

I dessa varma klimat ställs helt andra krav på stomskyddets funktion. Stomskydd som installeras i dessa klimat har främst till uppgift att skapa en dränerad funktion. För att hantera klimatskalets lufttäthet och fukttransport används ofta en svart plastfolie. Den svarta

plastfolien som används är UV-resistent och klarar exponering mot direkt solbelysning under än längre tid än den transparenta plastfolien. Då den svarta plastfolien monteras med täta skarvar på utsidan av stommen hindrar den både rinnande vatten och vattenånga från att tränga in i konstruktionen.

Eftersom den svarta plastfolien tar hand om både lufttätheten och fuktvandringen finns det sällan behov av ett extra stomskydd. (Crandell, J. et al., 2002). Det finns dock både dukbaserade och rollbara stomskydd på den nordamerikanska marknaden som är speciellt utvecklade för det varma klimatet. Dessa stomskydd har då anpassade egenskaper så att de bland annat är helt täta, även för ångdiffusion.

## **Orkaner i varma klimat**

Under 2004 förekom det fler orkaner än normalt i Florida. Under det året blev även ovanligt många väggar fuktskadade, det rörde sig både om träregelväggar och murade väggar med betongblock.

Orsaken var att många av fasadsystemen inte var tillräckligt ventilerade, utan bara dränerade. Stomskyddet som användes på träregelväggarna var dessutom diffusionsöppna för att tillåta uttorkning inåt. Vid de upprepade slagregnsbelastningarna i samband med orkanerna trängde vatten in i väggen genom mikrosprickor i putsen.

Tiden mellan orkanerna var inte tillräckligt för att väggen skulle torka ut, vilket fick till följd att vatten ansamlades i väggen eftersom uttorkning var långsammare än inläckaget. Slutsaten från projektet var att dräneringens funktion var avgörande. Även med en murad stomme av betongblock behöver en tvåstegstätad (dränerande) fasad för att inte drabbas av fuktskador vid dessa slagregnsbelastningar. (Lstiburek, 2005)

Ett stomskydd som är vattenavvisande och diffusionsöppna har inte kunna visat sig att förhindra sommarkondens. (Lstiburek, 2006) Sommarkondens är ett fenomen som kan uppstå vid stark sol efter ett sommarregn. Solen värmer då upp den våta fasadytan så att en betydande mängd fukt kan drivas inåt i väggen. Genom beräkningar kan man då visa på att fukten som drivs in i väggen kan ansamlas och slutligen kondenserar på utsidan av plastfolien som sitter på insidan av väggen.

## **Felmontage och slarv**

Felmonterade stomskydd kan ibland försämra fuktbalansen i väggen. Det som då sker är att det felmonterade stomskyddet kan leda in vatten som hålls kvar i konstruktionen utan möjlighet att dräneras bort. Under 2012 har felmonterade stomskydd lett till problem och många rättegångar Kanada. I Calgary och andra delar av Alberta förekommer det mögel och röta i två-stegs tätade fasader. Problemet beskrivs som att vattnet kommer in i träregelväggen pga., bland annat felmonterade stomskydd, slarv, dåligt kvalitet, dåligt material, fel monterat tak, fel monterat puts, mm. (Smith, 2012)

Fallen har fått stort medialt utrymme i Kanada eftersom många hus som bara är ett par år gammal måste repareras utan möjlighet för husägaren att få ersättning från försäkringen. Detta har lett till i att husägarna i många fall stämt både byggbolag och staten

Köparens försäkringsbolag betalar inte reparationer av de byggnader som bara har haft en godkännande från den statligt besiktningsmän. De kräver att projekten dessutom skall vara

godkända av en besiktningsman från ett försäkringsbolag (till exempel, byggföretagets försäkringsföretag).

I många fall har husen byggts av mindre nogräknade byggare som valt att inte teckna den frivilliga försäkringen. Eftersom garantitiden endast är ett år, så klarar många byggbolag sig undan genom att hänvisa till ett godkännande från den statliga besiktningsmannen. (CBC, 2012a, 2012b)

### **Slutsats från Nordamerika**

Stomskydd fungerar bra mot fuktinträng och till viss del mot luftinträng om det är korrekt installerat. Det möjliggör att väggen kan torka utåt om fukt kommer in i konstruktionen. Ett felmonterade stomskydd kan orsaka mer skada än nytta i väggen, detta gäller främst dukbaserade stomskydd.

### 3. Stomskydd i Norge

I Norge används i vissa fall ett yttre lufttätande skikt i klimatskalets yttre delar i ventilerade fasader med tex träpanel som ytterväggsbeklädnad. Detta skikt kompletterar det inre lufttätande skiktet, dvs man använder i dessa fall på två separata lufttätande skikt.

Det yttre skiktet kan lättare monteras utan avbrott vid t.ex. för bjälklagsanslutning, takfötter mm. Solvang och Handal (2011) anges att ”For å sikre optimal lufttetthet bør en tenke seg at man skal kunne trekke en kontinuerlig strek både langs dampspærren og langs vindspærren”.

I samma referens anger man att det yttre lufttätande skiktet, vindspärren, förutom lufttätet även skall erbjuda hinder mot anblåsning och att det är viktigt att skiktet är diffusionsöppet.

De produktgrupper som anges är antingen skivor (gips eller annat) och/eller duk. På Vestlandet, dvs de västra delarna av Norge som ligger direkt ut mot Atlanten, används ofta en duk utanpå en vindskyddsskiva och i det fallet utgör duken ett väderskydd för skivan.

Det anges också att detta dubbla yttre skikt blir mer och mer vanlig i hela landet. Rapporten pekar också på olika risker i samband med att det finnas oklarheter i förståelsen för vilka funktioner de olika skikten har.



Figur 5. For å sikre optimal lufttetthet bør en tenke seg at man skal kunne trekke en kontinuerlig strek både langs dampspærren og langs vindspærren.

Både det yttre respektive det inre skiktet täthetsprovas var för sig.

Det yttre lufttätande skiktet täthetsprovas när fönster är monterade men innan isoleringen och de inre lagren monteras. En läckagesökning i samband med täthetsprovningen kan ge information om var åtgärder kan sättas in för att öka lufttäteten.

Efter isolering, montering av det inre lufttätande skiktet samt inre skivmaterial täthetsprovas sedan klimatskalet en andra gång.

Erfarenheten från täthetsprovningar visar på något olika resultat. Ulimoen & Syversen, (2009) har visat att läckagen har minskats med 21% från vintätt till färdigställd byggnad.

En annan undersökning av Vågen & Gullbrekken (2010) visar att vissa hus kan få ökat luftläckge vid färdigställandet. Detta motsägelsefulla resultat förklaras i rapporten med att fler genomföringar och därmed läckagepunkter har tillförts klimatskalet mellan det att de båda provningarna ägde rum.



## 4. Stomskydd Under Byggskedet

I det här kapitlet görs en kvalitativ beskrivning av några av de viktigaste aspekterna på stomskydd under byggtiden. Då det är svårt att förutsäga olika lösningars funktion (ur exempelvis fuktsäkerhetssynpunkt) teoretiskt bör lösningar utvärderas genom mätningar och uppföljningar innan det tillämpas i större skala på ett helt hus.

Stomskyddet appliceras normalt sett på vindskyddsskivan, eller motsvarande, efter att den monterats på byggnadens regelverk. Det kan ibland förekomma att ett dukbaserat stomskydd monteras direkt på regelverket utan att man använder vindskyddsskiva.

Stomskyddet kan efter appliceringen komma att utgöra ett väderskydd för regelverket och vindskyddsskivan, fram till det att fasadsystemet monterats. I så fall måste det säkerställas att stomskyddet har de egenskaper som krävs för att tåla denna utsatta miljö utan att skadas. Tillsammans med en genomtänkt hantering av öppningar i klimatskalet kan stomskyddet även bidra till god lufttätethet under byggtiden.

### 4.1 Lufttätethet och energieffektivitet

Genom att tidigt applicera ett stomskydd på vindskyddsskivorna kan lufttätetheten förbättras redan tidigt i byggskedet, långt innan den invändiga plastfolien behöver vara monterad. Den förbättrade lufttätetheten kan användas till att markant förbättra byggarbetsplatsen inomhusklimat och energieffektivitet.

För att åstadkomma god lufttätethet tidigt i byggskedet är det även viktigt att konsekvent och systematiskt ordna med täta lösningar för fönster, dörrar och andra öppningar i byggnadens klimatskal. Tryckgradienter på grund av vindens anblåsning och skorstensverkan tenderar annars att skapa stora luftläckage vid ogynnsamma förhållanden.

I och med att klimatskalets lufttätethet ökar så minskar det ofrivilliga luftomsättningen i byggnaden. Om en byggnad med dålig lufttätethet värms åtgår stora mängder energi för att värma luften som läcker ut. Det är inte orimligt att energianvändning, och även effektbehovet, som åtgår för att värma luften kan vara större än den sammanlagda transmissionsförlusten genom klimatskalet i en otät byggnad.

Brander (2009) skriver att "Luftomsättningen i tidiga lägen är mångdubbelt större än när huset blivit tätt." samt "Att fullt ut kompensera för energiförluster i tidiga faser med dålig lufttätethet och isolering ger orimliga energieffekter vid kall väderlek." Det största uppvärmningsbehovet inträffar vid kall väderlek eftersom både skorstensverkan och luftens uppvärmningsbehov är störst då.

### 4.2 Väderskydd

Många byggnadsmaterial och konstruktioner måste skyddas mot väder och vind för att inte skadas av fukt. Skadorna kan exempelvis vara svällning, missfärgning, försämrade egenskaper eller mikrobiell påväxt som kan leda till negativ påverkan av inomhusmiljö.

Stomskydd som visats inte skadas av nederbörd/fukt och som har en vattenavvisande funktion kan användas för att skydda känsliga material under byggtiden. Genom att applicera stomskyddet på traditionell vindskyddsskivan så tidigt som möjligt kan man förhindra att väder och vind fuktar upp känsliga material i klimatskalet.

Med ett heltäckande vattenavvisande skikt på utsidan av vindsyddsskivan kan klimatskalet inte uppfuktas kapillärt genom att suga åt sig inträngande vatten i vätskefas eller på grund av inläckage (om montaget utförs korrekt). Med en tät utsida är det möjligt att skapa en effektiv uttorkning av byggfukt, redan innan ytterväggen isoleras och tätas invändigt.

För att åstadkomma ett väderskydd tidigt i byggskedet är det även viktigt att konsekvent och systematiskt ordna med täta lösningar för fönster, dörrar och andra öppningar i byggnadens klimatskal. Men det är också viktigt att inse att stomskydd inte kan ersätta ett nederbördsskydd under stomresningsfasen.

### **4.3 Torkklimat**

När byggnadens klimatskal är lufttätt kan styrda torkinsatser sättas in med avsedd verkan. Risken för kondens på stomskyddets insida under byggtiden måste alltid beaktas. De torkinsatser som sätts in före det att byggnadens lufttäthet är ordnad tenderar att vara ineffektiv och energislösande eftersom den värmda och/eller torkade luften kan läcka ut genom otätheter i klimatskalet.

Enligt Brander (2009) är lufttätheten en avgörande parameter för att skapa det önskade torkklimatet i "Fas 1" då byggnadens klimatskal ännu inte är färdigställt. Följande två citat är hämtade ur rapporten:

"Vindhastighet och infiltrationshål i klimatskärmen slår hårt i beräkningarna, speciellt i fas ett när det finns många hål i klimatskärmen. Det innebär stora energianvändningar och omfattande maskinpark att hålla hög torktemperatur vid dessa situationer. Hur dessa parametrar hanteras är avgörande för energibehovet, maskinparken och därigenom kostnaden. Val av torktemperaturer slår hårt i beräkningen. I många fall blir energianvändningen orimligt hög vid stora temperaturdifferenser, stora luftläckage och oisolerade väggar. Eftersom torksystem i praktiken ofta körs igång i dessa lägen fast med mindre installerade effekter än vad beräkningar ger är det troligt att förväntade torktemperaturer inte nås i början av en torkning. Detta verifieras med de fältmätningar som genomförts i studien."

"I många beräkningsfall blir torkkostnaderna orimliga. Anledningen är att effekt och energibehovet i Fas1 blir för stort vid stora luftväxlingar. I verkligheten kompenseras inte torksystemet vid dåliga förutsättningar utan inomhustemperaturen kommer istället att vara låg tills huset uppnått tillräcklig färdigställandegrad. Alltså förlängs torktiderna."

Vid torkning i byggnader med god lufttäthet är det viktigt att avfukta luften så att ånhalten hålls på önskad nivå. Om endast torkvärme används kan ånhalten i luften snabbt öka med följd att uttorkningshastigheten minskar och problem med kondensation kan uppstå. Detta gäller främst vid så kallade "fuktchocker", kortvariga och kraftiga fuktillskott i byggnaden.

Exempel på fuktchock kan vara när golven har flytspacklats och åtskilliga hundra liter vatten torkar under relativt kort tid.

### **4.4 Produktionsmetoder**

Det råder en viss skillnad i vilken yrkesgrupp som monterar stomskyddet. I Nordamerika monteras de rollbara stomskydden ofta av speciella entreprenörer och de dukbaserade stomskydden av byggaren. I Norge monteras den yttre lufttätningen (stomskyddet) av byggaren. I Sverige monteras de dukbaserade stomskydden av byggaren medan de rollbara stomskydden oftast appliceras av fasadentreprenören.

I Sverige går det ibland en entreprenadgräns efter montaget av vindskyddsskivan som kan vara viktig i sammanhanget. Byggentreprenören reser ofta stommen inklusive montaget av vindskyddsskiva, därefter kommer en fasadentreprenör som applicerar fasadsystemet.

Genom att applicera stomskyddet direkt efter att vindskyddsskivan monterats blir denna entreprenadgräns inte ett fuktkritiskt moment. Stomskyddet, som är utformat för att stå mot väder och vind, kan då utgöra ett väderskydd under några månader till fasaden är monterad.

## 5. Stomskydd under driftskedet

I det här kapitlet görs en kvalitativ beskrivning av några av de viktigaste aspekterna på stomskydd under brukstiden, samt en kvantitativ bedömning av stomskyddets påverkan på fuktbalansen i klimatskalet.

Stomskyddet appliceras normalt sett på utsidan av vindskyddskivan, eller motsvarande, och därefter monteras byggnadens fasadsystem utanpå stomskyddet. Stomskyddet är därmed inte synligt för inspektion eller åtkomligt för reparation under bruksskedet.

I klimatskalet kan stomskyddet ha den ena, eller båda, av följande funktioner:

- En yttre lufttät barriär som förhindrar anblåsning i isoleringen samt förbättrar byggnadens lufttätethet (Enligt norsk princip)
- En extra vattenavvisande barriär som skyddar byggnadens stomme från kapillär uppfuktning av inträngande vatten (Enligt nordamerikansk princip)

I båda av dessa fall är stomskyddet diffusionsöppet för att möjliggöra uttorkning av byggfukt etc.

Inom svenskt byggandet finns det ett fokus på båda aspekterna, vilket innebär att stomskyddet skulle kunna vara en förbättrad lösning inom båda dessa funktioner.

### 5.1 Byggnadens lufttätethet

Klimatskalets lufttätethet är avgörande för flera av de funktioner som ytterväggen skall fylla. Enligt den norska modellen kan klimatskalets prestanda avseende lufttätetheten förbättras avsevärt genom att applicera ett yttre lufttätt skikt.

Nedanstående tabell 1 summerar fem områden där bristande lufttätethet kan få negativa konsekvenser. Tabellen är hämtad ur en SP-rapport från 2004 om ”Lufttätethetsfrågorna i byggprocessen” av Sandberg & Sikander (2004). Motsvarande information finns även med i Boverkets informationsinsats ”Bygga-Bo-Dialogen”.

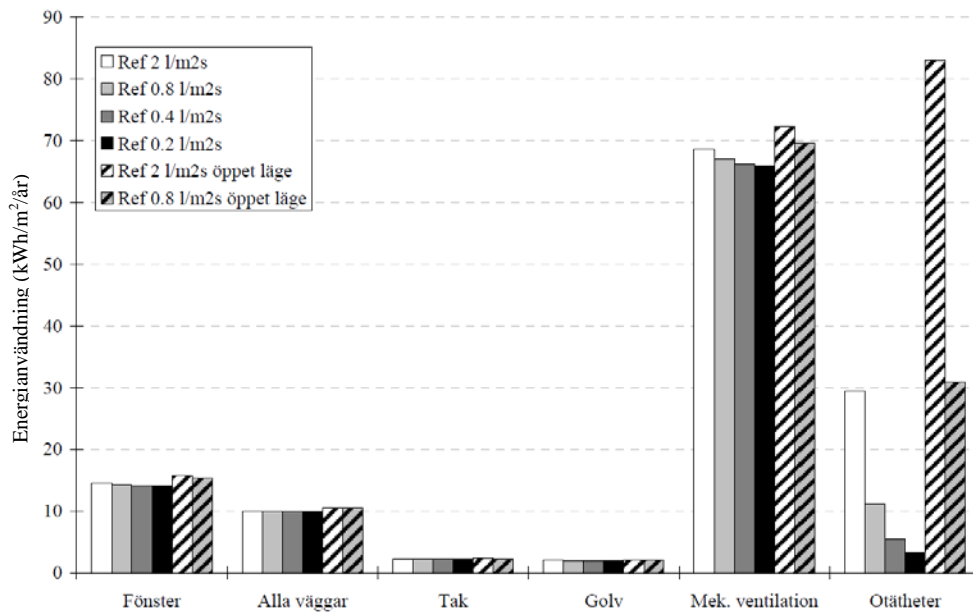
Tabell 1. Konsekvenser av bristande lufttätethet (Sandberg & Sikander 2004).

	<b>Konsekvens</b>
<b>Energi</b>	Ökad energianvändning, transmissionsförluster
	Ökad energianvändning, ventilationsförluster
<b>Komfort</b>	Drag
	Kalla golv
<b>Fukt</b>	Skador av fuktkonvektion
	Skador av inläckande regnvatten
<b>Luftkvalitet</b>	Funktion hos ventilationssystem
	Spridning av lukter, partiklar, gaser inkl radon
<b>Annat</b>	Frysrisk hos installationer

## 5.2 Energieffektivitet

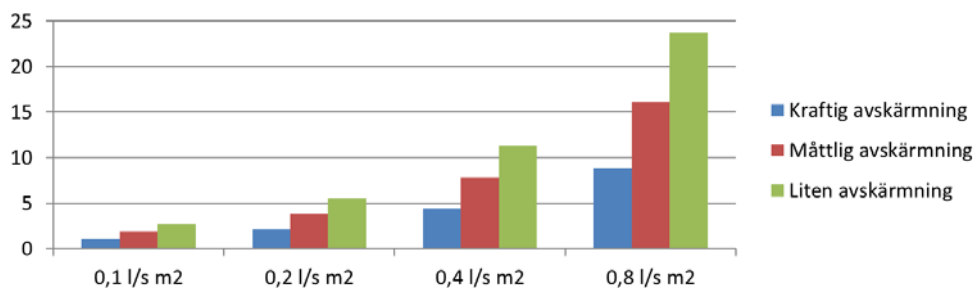
”En otät byggnad får ökad energianvändning av flera anledningar” enligt Sandberg et al (2007). I rapporten beskriver författarna om luften tillåts blåsa in i isoleringen ger detta upphov till ett **minskat värmemotstånd** hos isoleringen och, med andra ord, ett ökat värmefflöde genom byggnadsdelen. Överslagsmässigt bedöms 3-4% av den totala värmeförlusten (inklusive ventilationsförluster mm) orsakas på grund av anblåsning genom vindskyddsskivans skarvar.

Dålig lufttätethet ger ökad energianvändning eftersom **ventilationsflödet** i de flesta fall **ökar**. Vid kall och blåsig väderlek kan det vara en ansevärd mängd extra luftflöde in i byggnaden som måste värmas för att få en behaglig inomhusmiljö. I figur 5 åskådliggörs storleken på energiförlusterna för byggnader med olika grad av lufttätethet.



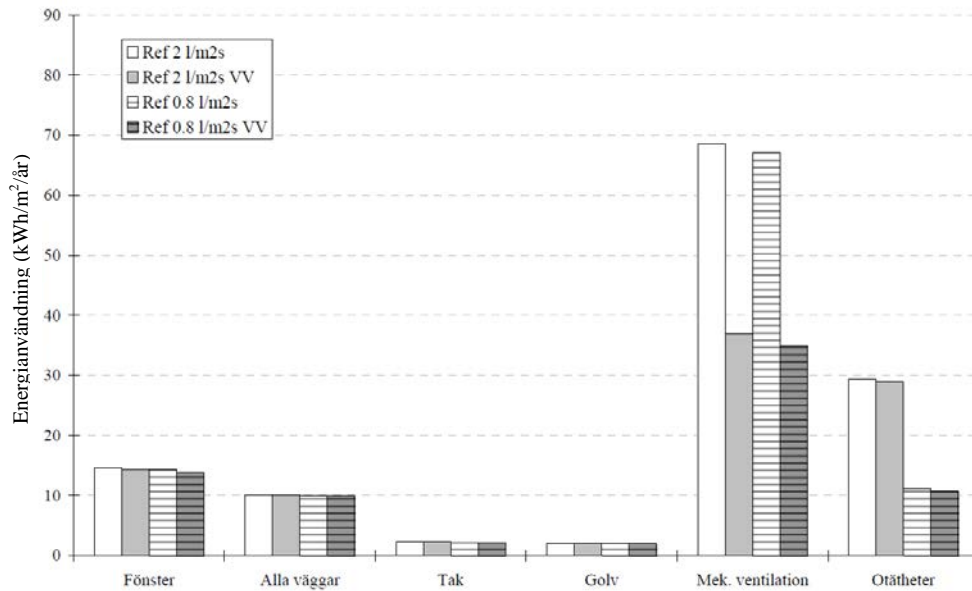
Figur 5. Beräknade energiförluster för typhuset under ett år, fyra otäthetsgrader i stadsmiljö och två otäthetsgrader i öppet landskap.

I nedanstående figur 6 finns motsvarande värden på energiförluster (pga otätheter) beräknat för byggnader med dagens prestanda på luftläckage hos nybyggda hus.



Figur 6. Beräknade energiförluster ( $\text{kWh/m}^2/\text{år}$ ) beroende av luftläckage genom klimatskalet för villa, enligt Svein Ruud, SP. Se beskrivning i bilaga A.

I de fall byggnaden är utrustad med värmeåtervinning och det är dålig lufttäteth innebär detta att luftflödena inte går igenom värmeväxlaren som tänkt. Tilluften blir inte förvärmad och frånluftens energiinnehåll tas inte tillvara när luften istället tas in och ut genom klimatskalet. I figur 7 åskådliggörs effekten av otätheter för byggnader med och utan värmeväxlare.



Figur 7. Beräknade energiförluster, med och utan värmeväxlare på frånluften, för en byggnad med dålig täthet (otäthetsfaktor 2.0 l/m²s) och med lufttäteth enligt normen (otäthetsfaktor 0.8 l/m²s), stadsmiljö.

### **5.3 Fuktsäkerhet**

Enligt branschstandarden Bygga F (2013) samt kunskapssamanställningen Fuktsäkra Byggnader (2013) skall byggnader och byggnadsdelar utformas så att dessa kan motstå de fuktkällor som kan komma att belasta byggnaden. För varje byggnadsdel skall en fuktteknisk bedömning utföras av hur varje tänkbar fuktkälla belastar konstruktionen och vilken fuktillstånd som förväntas uppkomma i byggnadsdelen samt om de ingående materialen klarar denna fuktbelastning.

Ett stomskydd har som uppgift, ur fuktsäkerhetssynpunkt, att utgöra ett kapillärbrytande skikt i fasaden. Vatten som läcker in i fasaden skall därmed hindras från att rinna eller sugas vidare in genom stomskyddet. Tillsammans med en dränerande funktion i fasaden skall inträngande vatten kunna ledas bort utan att vindskyddsskivans fuktillstånd påverkas nämnvärt. Innan stomskydd projekteras är det därför viktigt att säkerställa materialets beständighet i den tänkta funktionen, se texten om "surfactants" i kapitel 2. Även montage och detaljutformning vid skarvar, detaljer, anslutningar och genomföringar kan vara avgörande för stomskyddets skyddande funktionen.

Ett stomskydd hindrar normalt sett inte fukttransport i ångfas. Det innebär att det vatten som kan bli stående vid ett läckage, exempelvis på fönstersyllen, kan passera stomskyddet via ångdiffusion. Det är därför viktigt att genom en omsorgsfull fuktsäkerhetsprojektering säkerställa att den dränerande funktionen hos fasaden är aktiv och sammanhängande.

Ytterväggens lufttäthet är en förutsättning för att tvåstegstätade fasadsystem skall kunna fungera som avsett. Med fullgod lufttäthet finns inga yttre krafter som kan påverka att stora mängder vatten snabbt sugas in genom sprickor och defekter vid genomföringar och anslutningar i fasaden. Dock finns fortfarande de normala kapillarkrafter kvar som kan suga in vatten i sprickor, porösa byggnadsmaterial och dylikt.

Kombinationen av lufttäthet och vattenavvisande egenskaper gör teoretiskt sett att ett stomskydd för det första kan minska risken att fukt skall tränga in i fasaden och för det andra kan minska konsekvensen om fukt trots allt tränger in bakom fasaden. Dock bör man beakta att det finns erfarenheter från Nordamerika som visar på att ett fel monterat stomskydd kan förvärra fuktbelastningen om vatten tränger in bakom stomskyddet. Detta gäller främst dukbaserade stomskydd.

## 5.4 Dynamisk beräkning av fuktfördelning

Beräkningar utförda med hjälp av Wufi 5.1 samt post-processorn Wufi Bio 3, vilket av många betraktas vara en utvärderingsmetod som ofta blir på den säkra sidan. Se bilaga B och C.

I de flesta fasadkonstruktioner förekommer transportförloppen med rinnande vatten, kapillärsugning och ångdiffusion som ofta är så komplexa att de inte låter sig simuleras på ett rättvist sätt med mindre än att man tar 3 dimensioner i beaktande. De endimensionella simuleringarna som utförts i denna förstudie är därför att betrakta som överslagsmässiga beräkningar som har till syfte att visa resultat från ett antal intressanta parameterstudier.

Nio olika konstruktioner har använts vid beräkningarna, i tabell 2 nedan finns en sammanställning av de viktigaste parametrarna. Samtliga konstruktioner är uppbyggda på liknande sätt, se figur 8. Samtliga konstruktioner samt och beräkningsresultat finns omsorgsfullt redovisade i bilagan C.

Tabell 2. Översiktlig beskrivning av de studerade fasadsystemen.

	Fasad-material	Luftspalt [mm]	Stom-skydd	Isolering [mm]	Stom-skydd	Isolering PE [mm]	Isolering [mm]	
1A-1	Tegel	25	–	70	X	145	X	45
1A-2	Tegel	25	X	70	–	145	X	45
1B	Tegel	25	–	70	X	145	–	45
1C-1	Putsskiva	25	–	70	X	145	X	45
1C-2	Putsskiva	25	X	70	–	145	X	45
1D	Putsskiva	25	–	70	X	145	–	45
2	Put 20mm	–	–	80	X	220	X	–
3	Put 3mm	Dränerat	–	80	X	220	X	–
4	Put 22mm	Dränerat	–	70	X	220	X	–

### Konstruktion 2

Beräkningen omfattar följande väggkonstruktion utifrån räknat, (mått i mm):

- 20 Puts\*
- 80 Mineralull
- - Stomskydd\*\*
- 9.5 Vindskiva gips
- 220 Mineralull
- 0.2 Ångspärr, PE-folie
- 12.5 Gipsskiva



Figur 8. Fasadsystemets uppbyggnad



Siffervärdena som redovisas och diskuteras i bilagorna B och C är de fiktiva längderna på mögelsporer som Wufi Bio 3 lämnar som utdata. I denna studie är det tre års beräkningar vars siffervärden sedan har delats med 100. Divisionen har gjorts i syfte att bringa ned talen till hanterbara storlekar utan en massa ”extra nollor”. Se tabell 3.

Tabell 3. Bedömningsgrund och färgsättning

Wufi Bio – risk för mikrobiell tillväxt		
Låg risk	Medel risk	Hög risk
≤ 1,5	1,6 - 6,0	≥ 6,1

För den andra kolumnen, märkt ”Urspr. risk” i tabellerna nedan, anger riskklasserna den ursprungliga risken som konstruktionerna beräknas ha, utan stomskydd.

I tabell 4 – 6, nedan, anger kolumn tre till fem, ”Förändring av risk” – ”Duk” / ”Rollat” / ”Tätt”, hur mycket konstruktionens beräknade risk förändrats då ett stomskydd med ånggenomgångsmotstånd enligt angivna värden införts, se bilaga B och C för närmare beskrivning. Benämningen ”Liten” / ”Medel” / ”Stor” anger alltså inte den nya riskklassen, utan förändringen av risken.

### Inverkan av ånggenomgångsmotstånd

Den första parameterstudien syftar till att visa i vilken mån det extra ånggenomgångsmotståndet, som ett stomskydd utgör, påverkar fuktbalansen i olika typer av konstruktioner. I denna parameterstudie har inget inläckage av fukt, in i konstruktionen, angetts.

Beräkningarna utgår ifrån initiala fukt- och temperaturtillstånd motsvarande 80% RF och 20°C i hela konstruktionen.

Tabell 4. Resultat av parameterstudie med olika ånggenomgångsmotstånd.

Konstr.	Urspr. risk	Förändring av risk			Anm Z <sub>v</sub> [s/m] Typ av stomskydd
		0 s/m Utan	5·10 <sup>3</sup> s/m Duk	20·10 <sup>3</sup> s/m Rollat	
1A-1	Hög	Liten	Liten	Stor	Utan invändig PE
1A-2	Hög	Liten	Liten	Liten	
1B	Medel	Medel	Stor	Stor	
1C-1	Medel	Liten	Liten	Stor	
1C-2	Medel	Liten	Liten	Liten	
1D	Medel	Medel	Stor	Stor	
2	Låg	Liten	Liten	Stor	
3	Medel	Liten	Liten	Stor	
4	Låg	Liten	Liten	Stor	

Resultaten visar att flera av konstruktionerna har en ursprunglig beräknad riskklass som är medel, och i några fall även hög. Vid införandet av ett "Tätt" stomskydd ( $Z=20 \cdot 10^6$  s/m) i dessa beräkningar visade det sig att de flesta konstruktioner fick en ökad risk. Endast på två av konstruktionerna, 1A-2 och 1C-2 gav detta en påverkan av risken som var "Liten", dvs  $\leq 1,5$  enligt tabell 3.

Konstruktionerna utan invändig ångspärr (PE-folie), 1B och 1D, fick en högre beräknad risk då ett stomskydd infördes, oavsett typ av stomskydd. Övriga konstruktioner fick endast en liten påverkan av de stomskydd som benämns "Duk" och "Rollat".

### Inverkan av läckage

Den andra parameterstudien syftar till att visa i vilken mån ett inläckage påverkar fuktbalansen i olika typer av konstruktioner. I denna parameterstudie har 1% av slagregnet ansatts jämnt fördelat läcka in till skiktet utanför stomskyddet.

Beräkningarna utgår ifrån initiala fukt- och temperaturtillstånd motsvarande 80% RF och 20°C i hela konstruktionen.

Tabell 5. Resultat av parameterstudie med inläckage.

$Z_v$	Urspr. risk	Förändring av risk			Anm [s/m] motsvarande
		0 Utan	$5 \cdot 10^3$ s/m Duk	$20 \cdot 10^3$ s/m Rollat	
1A-1	Hög	Stor	Liten	Stor	
1A-2	Hög	Liten	Liten	Stor	
2	Hög	Liten	Liten	Stor	
3	Hög	Liten	Medel	Stor	
4	Hög	Liten	Liten	Stor	

Resultaten visar på att alla konstruktionerna har en ursprunglig beräknad riskklass som är hög. Vid införandet av ett "Tätt" stomskydd ( $Z=20 \cdot 10^6$  s/m) i dessa beräkningar visade det sig att alla konstruktioner fick en ökad risk trots att stomskyddet är kapillärbrytande.

Konstruktionen 1A-1 fick en "Stor" ökning av risk med stomskydd av typen "Duk", samt konstruktion 3 fick en "medel" ökning av risken med stomskydd av typen "Rollat".

Beräkningsresultaten beskrivs i tabell 5 och utvärderingens delresultat med kommentarer och beskrivningar återfinns i bilaga B och C.

Beakta att effekten av punktvisa läckage, rinnande vatten samt dräneringens effekt inte görs i dessa beräkningar då allt inläckande vatten fördelas jämnt i ett hygroskopiskt material.

## Sommarkondens

Den tredje parameterstudien syftar till att visa i vilken mån stomskyddet kan påverka skillnaden i risknivå som finns mellan en solbelyst vägg och en vägg i skugga. Ett fenomen som bidrar till skillnaden är sk sommarkondens. Differensen mellan risknivå på solsida och skuggsida anges som "Urspr. risk" i tabell 6 nedan.

Beräkningarna utgår ifrån initiala fukt- och temperaturtillstånd motsvarande 80% RF och 20°C i hela konstruktionen.

Tabell 6. Resultat av parameterstudie sommarkondens.

$Z_v$	Urspr. risk	Förändring av risk			Anm [s/m]
	0	$5 \cdot 10^3$ s/m	$20 \cdot 10^3$ s/m	$20 \cdot 10^6$ s/m	
	Utan	Duk	Rollat	Tätt	
1A-1	Hög	Liten	Liten	Liten	
1A-2	Hög	Liten	Liten	Liten	
1B	Låg	Liten	Liten	Liten	
1C-1	Medel	Liten	Liten	Medel	
1C-2	Medel	Liten	Liten	Medel	
1D	Låg	Liten	Liten	Liten	
2	Medel	Liten	Liten	Medel	
3	Medel	Liten	Liten	Liten	
4	Låg	Liten	Liten	Medel	

Resultaten visar på att flera av konstruktionerna har en ursprunglig beräknad riskklass som är medel, och i några fall även hög. Detta betyder att det finns en betydande skillnad i risk mellan väggar på solsidan och väggar i skuggan hos dessa objekt.

Införandet av ett "Tätt" stomskydd i beräkningen resulterade i en "Medel" ökning av denna skillnad för fyra av väggtyperna, se tabell 6. I resteterande beräkningsfall var resultatet "Liten".

## 6. Fortsatt forskning

Denna teoretiska förstudie är i huvudsak en kvalitativt beskrivning av stomskydd, med ett fåtal begränsade kvantitativa studier. Denna begränsning öppnar upp för fler kvantitativa och experimentella studier om stomskydd. Förstudien inriktar sig i huvudsak på tre byggnadsfysikaliska egenskaper; lufttäthet, fuktsäkerhet samt energianvändning. Detta lämnar utrymme för kommande fördjupade studier inom dessa byggnadsfysikaliska områden samt studier att belysa och utreda andra aspekter och egenskaper hos stomskydd.

Framtida studier skulle kunna undersöka och värdera om begreppet stomskydd även kan innefatta vattenavvisande byggskivor med tätade skarvar och anslutningar samt termisk isolerande stomskydd med varierande grad av vindskyddande effekt. När det gäller lätta ytterväggar i form av regelkonstruktioner finns det utrymme för kommande studier att belysa och utreda flera andra aspekter och egenskaper hos stomskyddet. Nedan beskrivs några av dessa som har identifierats under denna förstudie:

### Arbetsmiljö

För dukbaserade stomskydd finns det speciella verktyg för att fästa duken vid stommen. För Vätskebaserade stomskydd man roller på skaft eller airless-spruta användas för att underlätta appliceringen.

Vid arbetsmiljöförbättringar genom exempelvis prefabricerad tillverkning av klimatskalets delar kan det vara lämpligt att förse dessa med stomskydd redan på fabrik.

Stomskydden ämnesinnehåll kan leda till speciell arbetsmiljökrav. Vätskebaserade produkter kan göras lösningsmedelsfria för att förbättra arbetsmiljön.

### Miljö

Stomskydd har inga speciella miljökrav utan går under samma lagstiftning och branschregler som övriga byggmaterial. Eftersom det handlar om tunna materialskikt med hög funktion kan det finnas tillsatser vid tillverkningen med stor reaktivitet.

### Akustik

Ljud sprider sig som tryckvågor i luft. Det finns exempel som visar på att det blir tystare i byggnaden då klimatskalet lufttätas (Artikel om passivhuset i LKN). Sannolikt kan ett stomskydd täta direkta ljudkanaler genom konstruktionen. Eftersom stomskyddet normalt sett har en mycket låg egenvikt har det ingen nämnvärd betydelse för dämpning av låga frekvenser.

### Robusthet- och säkerhet

Med ett stomskydd tillförs en extra säkerhet till klimatskalet avseende lufttätheten och fuktskydd i lätta klimatskal. Konstruktionen är därmed tänkt att få en högre robusthet vad gäller fuktsäkerhet etc, och bli mer förlåtande. Det kan befaras att denna egenskap dock kan komma att utnyttjas systematiskt som en extra slarvmån, istället för att reserveras för plötsliga och oförutsedda händelser.

### Brand

Brand kan spridas via brännbara fasadmateriell. Stomskydd kan sannolikt inte orsaka en brandspridning på egen hand eftersom det monteras bakom ett fasadsystem. Dock är de flesta typer av stomskydd tillverkade av polymera material som har ett energiinnehåll. Denna energi kan frigöras vid en brand och därmed sannolikt ge ett bidrag till brandbelastningen.

## 7. Diskussion

Ofta har ett enda skikt fungerat både som diffusions- och lufttätande skikt i svenska byggnader. I praktiken har det täta skiktet ofta bestått av en polyetenfolie placerad bakom invändigt skivmaterial alternativt indragen en bit i väggen. Att den yttre så kallade vindskivan skall vara lufttät motiveras ofta med att man vill undvika luftrörelser i värmeisoleringen och därmed minska transmissionsförlusterna. Någon kontroll av den yttre lufttätheten i konstruktionen har dock i praktiken inte utförts. Detta kan ibland noteras vid lufttäthetsprovning av byggnader då temperaturen på utsida plastfolie är relativt låg (på grund av luftrörelser i isoleringen) även om byggnadens lufttäthet är god.

Att använda ett yttre lufttät skikt och att kontrollera lufttäthetsprestanda på detta skikt skulle kunna vara ett sätt att åstadkomma extra säkerhet vad gäller både fuktsäkerhet och energiprestanda. Användande av ett yttre lufttätt skikt kan också innebära att anslutningar och detaljer som i praktiken är svåra att få lufttäta med ett invändigt lufttätt skikt skulle kunna utföras med större säkerhet.

Förutom att det yttre lufttäta skiktet har positiva egenskaper ur fukt och energisynpunkt i den färdiga byggnaden kan det också användas som en extra säkerhet mot fuktbelastning under byggtiden samt att torkklimatet kan etableras till rimliga kostnader i ett tidigt skede, efter det att det utvändiga lufttäta skiktet monterats.

## 8. Konklusion & Slutsatser

Stomskydd är ett yttre skikt som oftast appliceras mot en vindskyddsskiva och är lufttätt, diffusionsöppet och fungerar som kapillärbrytande vattenbarriär. Stomskyddet kan exempelvis utgöras av en duk eller vätskebaserat membran.

Stomskydd kan användas tidigt i byggskedet för att, tillsammans med avfuktning och byggvärme, tidigt skapa ett gynnsamt uttorkningsklimat.

Vissa anpassade typer av stomskydd kan ingå som en del av byggnadens väderskydd under byggtiden.

Stomskydd kan förbättra lufttätheten hos byggnadens klimatskal. Därmed förbättras även byggnadens energiprestanda, komforten i innemiljön samt klimatskalets fuktsäkerhet.

Rätt utfört utgör stomskydd en extra fuktsäkerhet för hela ytterväggen. Erfarenheter från Nordamerika visar att fel i utförande, speciellt för dukbaserade stomskydd, kan innebära att risken för fuktskador ökar. Rollbara stomskydd beskrivs vara säkrare ur denna aspekt än dukbaserade.

Utförda beräkningar, se bilagor samt texten ovan, påvisar att väggens fuktbalans kan påverkas negativt av ett stomskydd. Därför rekommenderas det att varje enskild yttervägg fuktdimensioneras under projekteringskedet. Beräkningar med WUFI eller motsvarande program används då för att säkerställa att konstruktionens fuktfördelning hamnar under kritiskt värde. Utryckt på annat sätt kan det beskrivas som att det är inte bara fel i utförande som kan leda till fuktskador, även fel i projekteringen kan leda till, och leder ofta till, fuktskador.

Erfarenheter från Norge påvisar vikten av att alla inblandade parter i byggprocessen är införstådda med vad de olika tätskikten, yttre stomskydd respektive inre spärrskikt, har för funktion. Om respektive aktör inte har denna förståelse ökar risken för fel.

## Referenser

- Brander Peter (2009) Verktyg för optimering av Byggtorkning, Rapport TVBM-3148. Avd Byggnadsmaterial. Lunds Tekniska Högskola
- Bygga F (2013) Branschstandard – ByggaF, Version 2013-05-08.  
[www.fuktcentrum.lth.se/verktyg\\_och\\_hjhelpmedel/fuktsaekert\\_byggande/byggaf\\_metoden](http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjhelpmedel/fuktsaekert_byggande/byggaf_metoden)
- CBC, 2012a, *Calgary condo owners still paying for big repair bills*, från:  
[www.cbc.ca/news/canada/calgary/story/2012/09/12/calgary-condo-feature-wednesday.html](http://www.cbc.ca/news/canada/calgary/story/2012/09/12/calgary-condo-feature-wednesday.html)
- CBC, 2012b, *Alberta builders accept some blame for leaky condos*, från:  
[www.cbc.ca/news/canada/calgary/story/2012/09/14/calgary-condo-friday.html](http://www.cbc.ca/news/canada/calgary/story/2012/09/14/calgary-condo-friday.html)
- Crandell, J. et al., 2002, *Durability by Design – A Guide for Residential Builders and Designers*, accessed from <http://www.pathnet.org/sp.asp?id=984>
- DuPont, 2012, *History of Weather Barrier*,  
[www2.dupont.com/Building\\_Innovations/en\\_CN/knowledgeCenter/kc\\_tyvekhistory.html](http://www2.dupont.com/Building_Innovations/en_CN/knowledgeCenter/kc_tyvekhistory.html)
- Jablonka, M. & Karagiozis, A., 2007, *Hygrothermal Performance Testing of Wall Assemblies Employing a Three-Dimensional Weather-Resistive Barrier and Drainage Membrane*, Buildings X, ASHRAE
- Lstiburek J., 2001a, *Brick, Stucco, Housewrap and Building Paper*, Research Report – 0105, Building Science Press
- Lstiburek, J., 2005, *Rainwater Management Performance of Newly Constructed Residential Building Enclosures During August and September 2004*, Research Report – 0503, Building Science Press
- Lstiburek J., 2006, *Investigating and Diagnosing Moisture Problems*, Building Science digest 108, [www.building-science.com](http://www.building-science.com)
- Lstiburek, J., 2001b, *Problems with Housewraps* – Research Report – 0106, Building Science Press.
- Lstiburek J., 2010, *Mind the Gap, Eh!*, Insight 038,  
[www.buildingscience.com/documents/insights/bsi-038-mind-the-gap-eh](http://www.buildingscience.com/documents/insights/bsi-038-mind-the-gap-eh)
- Matthews, C., 2012, *Liquid-Applied Weather Barriers Gain Popularity as Alternative to Traditional Papers & Wraps* [www.gbproductnews.com/articles/wallsandceilings?cid=124](http://www.gbproductnews.com/articles/wallsandceilings?cid=124))
- Samuelsson I., Jansson A. 2009. Putsade regelväggar SP rapport 2009:16. SP Energiteknik. Borås
- Sandberg P.I., Sikander E. 2004. Luftrörelser i och kring konstruktion, del 3. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboratoriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning. SP RAPPORT 2004:22. SP Energiteknik. Borås.
- Sandberg P.I., Sikander E., Wahlgren P., Larsson B. 2007. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Etapp B. Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler. SP Rapport 2007:23”. SP Energiteknik. Borås.
- Sikander E. 2010 ByggaL - Metod för byggande av lufttäta byggnader. SP Rapport 2010:73. SP Energiteknik. Borås.

Smith, R., 2012, *A Tour of Calgary's Leaky Condos*, CBC Radio Program: CBC Eyeopener, från: [www.cbc.ca/eyeopener/episode/2012/09/11/a-tour-of-calgarys-leaky-condos/](http://www.cbc.ca/eyeopener/episode/2012/09/11/a-tour-of-calgarys-leaky-condos/)

Solvang och Handal (2011) *TETT BYGG- Lufttetthet i norske nybygg av Merethe Solvang og Anne Sofie Handal Bjelland Anders: länken till rapporten från 2011 där hela referensen finns* [http://brage.bibsys.no/umb/bitstream/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_20907/1/Masteroppgaven%202011.pdf](http://brage.bibsys.no/umb/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_20907/1/Masteroppgaven%202011.pdf)

Ulimoen och Syversen, NTNU 2009] Anders – hela dokumentet finn på <http://www.ntnu.no/documents/10380/5441312/Prosjektering+av+lufttette+trehus.pdf>

US Inspect, 2012, *Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) Timeline*, från [www.usinspect.com/resources-for-you/house-facts/basic-components-and-systems-home/synthetic-stucco-eifs/eifs-timeline](http://www.usinspect.com/resources-for-you/house-facts/basic-components-and-systems-home/synthetic-stucco-eifs/eifs-timeline)

Vågen, M., Gullbrekken, L. 2010. Lufttetthet for trehus. NTNU, Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet. Trondheim

Fuktsäkra Byggnader (2013) Kunskapssammanställning av SP. [www.fuktsakerhet.se/sv/fukt/fuktsakerhetsproj](http://www.fuktsakerhet.se/sv/fukt/fuktsakerhetsproj)