

Tegelväggens fuktbetingelser

- Hur tegel påverkas av fukt



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Byggnadsfysik

Examensarbete:
Oscar Persson
Yong Chen

© Copyright Oscar Persson, Yong Chen

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2011

Sammanfattning

Denna rapport visar på hur tegel reagerar på fukt och hur tegel påverkar fuktsäkerheten i en modern yttervägg. Främst har tegel som en skalmur undersökts då detta är den absolut vanligaste tegelfasadskonstruktionen idag.

Relevanta fuktkällor för väggar behandlas, samt hur man minskar påverkan från dessa. Vanliga fuktrelaterade skador tas upp, tillsammans med skador som potentiellt kan påverka väggen negativt ur fuktsäkerhets synpunkt. Hur man åtgärdar skador som uppkommit behandlas också.

Konstruktionsmässigt viktiga aspekter, ur fuktsynpunkt, tas upp så som: luftspalt, tegelkvalité, dräneringsmöjligheter, murningsarbete, och val av tegeltjocklek. Fysikaliskt viktiga aspekter så som porositet i bruk och tegelsten, uttorkning, och solstrålning behandlas.

Tre fallstudier har utförts för att belysa fuktproblematiken för väggar med tegel som fasadmateriäl. Där Häckebergaskolan är en skola där stora fuktproblem har uppstått i ytterväggarna och man åtgärdat väggen genom att uppföra en ny yttervägg där skadorna uppstått. Här belyses hur och varför fuktproblem har uppstått. Den nya konstruktionens fuktsäkerhet bedöms utifrån en teoretisk bedömning och beräkning.

Pålsjöhemmet är ett vårdboende i Helsingborg, som uppförs delvis med tegel som fasadmateriäl, här belyses hur man uppför en yttervägg med tegel som fasadmateriäl i normalt modernt byggande. Där en fuktteknisk bedömning gjorts av byggnaden med utgång från teoretisk kunskap.

En stallbyggnad i Kungsbacka med tegeldetaljer belyser vikten av luftspalten som kapillärbrytande skikt, samt sprickors potentiella negativa inverkan på väggen.

Nyckelord: Tegel, skalmur, fukt, fuktsäkerhet, murverk.

Abstract

This report shows how masonry reacts to moisture and how masonry affects the moisture control in a modern wall. The masonry wall is primarily researched as a cavity wall, as this is the most common today.

Relevant moisture sources for the wall are discussed as well as how to minimize these. Common moisture related damages, and damages which have the potential to affect the moisture level are discussed, as well as appropriate measures to treat these damages.

The most important constructional aspects concerning moisture control are discussed such as: air gap, brick quality, drainage, masonry work, and brick thickness. Important physical aspects such as: porosity in mortar and brick, dehydration, and solar radiation are also discussed.

Three case studies were conducted to illustrate moisture problems in masonry walls.

Häckebergaskolan is a school where large moisture problems occurred in the walls. Sections of the wall were replaced to correct these problems. How and why these moisture problems occurred is discussed, based on the masonry's condition. The new wall's moisture control is assessed according to theory and calculations.

Pålsjöhemmet is a nursing home in Helsingborg, which consists partly of masonry walls, and illustrates how a modern masonry wall is constructed. An assessment is made based on theoretical knowledge.

A stable building in Kungsbacka with brick details illustrates the importance of the air gap as a capillary breaking layer. The potential devastating affects of cracks are also illustrated.

Keywords: Brick, cavity wall, moisture, moisture control, masonry

Förord

Detta examensarbete har genomförts vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg, i samarbete med Byggmästar'n i Skåne.

Vi har valt att behandla tegel som är ett av de mest traditionella byggnadsmaterialen. Detta då vi tyckte det var intressant att undersöka hur tegel fungerar ur fuktteknisk synpunkt i en modern yttervägg. Rapporten är tänkt att redogöra och informera om hur tegelfasaden skyddar väggen från nederbörd och hur man uppför en fuktteknisk säker vägg.

Vi önskar framföra våra tack till vår handledare Charlotte Malmborg (Byggmästar'n i Skåne) och vår examinator Stephen Burke (Lunds tekniska högskola).

Vi vill också tacka stallägare Johnny Olsson, samt platschefer och övrig personal på Byggmästar'n i Skåne för deras goda bemötande.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Metod	1
1.4 Avgränsning	1
1.5 Upplägg av rapporten	2
2 Tegel som konstruktionsmaterial ur fuktsynpunkt	3
2.1 Uttorkning	3
2.2 Markfukt	4
2.2.1 Kapillärsugning	5
2.3 Porositet hos tegel respektive fog	5
2.4 Luftspalter	7
2.5 Strålning	14
2.6 Slagregn	15
2.6.1 Slagregnsinverkan.....	18
2.6.2 Byggnadsutformning för att minimera slagregn	18
2.7 Skador på tegel	18
2.7.1 Frostsprängningar	18
2.7.2 Armeringskorrosion	19
2.7.3 Saltutfällning	20
2.7.4 Kalkutfällning	20
2.7.5 Biologiskt påväxt.....	21
2.7.6 Mekanisk påverkan.....	21
2.7.7 Sprickor och håligheter.....	21
2.7.8 Det geografiska läget och lokala klimatets påverkan.....	22
2.7.9 Åtgärder när skador uppstått.....	24
2.7.10 Förebygga skador.....	27
2.7.10.1 Murningsarbete	28
3 Häckebergaskolan	31
3.1 Uppkomna fuktskador på Häckebergaskolan	31
3.1.1 Orsaker till fuktskadorna.....	31
3.1.2 Känd kunskap när skolan byggdes	34
3.1.3 Ny vägguppbyggnad och dess fuktsäkerhet	35
3.2 Häckebergaskolan ånghaltberäkning	36
4 Pålshemmet	37
4.1 Ytterväggskonstruktion	38
5 Stallbyggnad i Kungsbacka	41
5.1 Fönster infästning	43
5.2 Fasadsockel	43

5.3 Lösning	43
5.4 Kommentarer	44
6 Diskussion	45
7 Slutsatser	47
8 Referenser	49
9 Bilagor	53
9.1 Bilaga 1: Medelvärden av relativ luftfuktighet och ånghaltsskillnad mellan spalt och utomhus.....	54
9.2 Bilaga 2 : Den insprutade rökens rörelser. Error! Bookmark not defined.	
9.3 Bilaga 3: Ånghaltberäkning för sommar perioden	55
9.4 Bilaga 4: Ånghaltberäkning för vinterperioden.....	56
9.5 Bilaga 5: Biologisk påväxt på Häckebergaskolan 1 februari 2011	57
9.6 Bilaga 6: Kalk utfällning, frostsprängning och biologiska påväxt på Häckebergaskolans murvägg 1 februari 2011	58
9.7 Bilaga 7: Bygghandling Häckebergaskola Befintliga förhållande.....	59
9.8 Bilaga 8: Bygghandling Häckebergaskolan Ombyggnad	60
9.9 Bilaga 9: Bygghandling Pålsjö hemmet nybyggnad	61
9.10 Bilaga 10: Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 2/105	62
9.11 Bilaga 11: Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 28/105	63
9.12 Bilaga 12: Sprickbildning på fasadsockel i Kungsbacka 11 april 2011	64

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Fuktpåfrestning och olika fuktskador på ytterväggar har funnits i alla tider. Vilket har uppmärksammats i synnerhet i diskussionen om ”sjuka hus”, och på senare år i samband med de enstegstätade putsfasaderna. Det förs då ofta på tal att de gamla hederliga tegelfasaderna hanterar fukt på ett betydligt bättre sätt. Tegel har därför fått lite av en renässans, efter en lång tid med puts som det klart dominerande fasadmaterialet.

Att tegel har en god beständighet syns inte minst med tanke på hur många gamla byggnader av tegel som står än idag, det finns gott om exempel på byggnader som stått i mer än 100 år utan några större fuktskador. Det finns en väsentlig skillnad mellan gamla byggnader och de som uppförs idag. Förr var teglet ofta det bärande materialet i form av en massiv tegelväg eller en kanalmur, något som i princip aldrig används idag. Därför är det intressant att undersöka hur tegelmuren fungerar i en modern yttervägg. Att återigen aktualisera fuktsäkerheten i ytterväggar, är av stor vikt då Boverkets skärpning av energikraven medfört en större fuktkänslighet i byggnader.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att undersöka hur fuktskyddet fungerar i en modern yttervägg med en skalmur av tegel.

Rapporten kommer att besvara frågorna:

Hur reagerar tegel på fukt?

Hur pass väl fungerar tegel som fasadmateriäl ur fuktsynpunkt?

1.3 Metod

Som metod för denna rapport har främst litteraturstudier valts. Utöver rena litteraturstudier har tre exempelbyggnader också studerats. Dessa byggnader har analyserats utifrån ritningar och annan känd kunskap kring byggnaderna. Intervjuer har också utförts med fukttekniskt kunniga samt verksamma i branschen.

1.4 Avgränsning

Denna rapport behandlar endast tegel och dess fuktsäkerhet och hur väl det skyddar underliggande konstruktion. Rapporten behandlar endast flyktigt underliggande material och undviker i största möjliga mån att fördjupa sig i dessa aspekter. Den allmänna hänvisningen underliggande konstruktion, som

åsyftar allt innanför luftspalten. Fokus ligger på fukt i moderna ytterväggskonstruktioner, och därför ligger fokus främst på tegel som en skalmur.

1.5 Upplägg av rapporten

I kapitel 2 presenteras samlad teori till fuktproblematiken. I kapitel 3-5 behandlas de fallstudier som utförts. Varefter en samlad slutsats dras och diskuteras med hänsyn till både litteraturstudierna och fallstudierna.

2 Tegel som konstruktionsmaterial ur fuktsynpunkt

Idag används tegel sällan som bärande konstruktion utan vanligtvis som en skalmur. I fallet med tegel som en skalmur är tegelskalet en kall mur och i huvudsak oberoende av bakomliggande konstruktion. Varken isolertjocklek eller luftspalt påverkar fukttillståndet i teglet något nämnvärt, utan skalmuren är helt skild från övrig konstruktion. Däremot påverkar teglet underliggande konstruktion, därför är det viktigt hur skalmuren uppförs (Sandin, 2005).

Ett sätt att frångå problematiken med fuktskador av typen mögelpåväxt i ytterväggen är att avlägsna allt organiskt material från väggen, och exempelvis använda sig av betong eller lättbetong som bärande material bakom skalmuren. I dessa fall då man helt undviker organsikt material är det heller inte nödvändigt med en luftspalt, utan det räcker med en så kallad fingerspalt som är nödvändig för att muraren skall kunna mura upp väggen. Om ingående material dessutom är diffusionsöppna kan fukt som trängt in i teglet teoretiskt torka ut åt två håll, även om det i praktiken kommer att torka ut mest åt ett håll. Det är värt att notera att även om inte väggen är diffusionstät är den tillräckligt lufttätt för att ge ett behagligt inomhusklimat, om den uppförs av betong eller lättbetong (Gustavsson, 2008).

Det finns dock ett par skador som kan uppstå i själva teglet, de flesta av dessa har historiskt beskyllts på dåligt tegel, men beror också till stor del på hur man uppför väggen. För att förebygga och reparera fuktrelaterade skador är det viktigt att känna till fuktmekanismerna i teglet och vilka slags skador som kan uppstå.

2.1 Uttorkning

Vanligtvis är tegelmuren helt oskyddad mot nederbörd i form av regn och dylikt. Teglet blöts ner och tillåts sedan att torka ut under torrperioder. Detta fungerar bra då tegel i sig är ett oorganiskt material och risken för biologisk påväxt är ringa (Sandin, 1995).

Den mängd fukt som torkas ut från tegelmuren är 0-0,1 kg/m²dygn via luftspalten, respektive 0,1-2 kg/m²dygn utåt. Detta ska ställas i relation till slagregnsbelastningen i södra Sverige som är 20-50 kg/m²månad, vilket motsvarar 0-10 kg/m²dygn (Sandin, 2005).

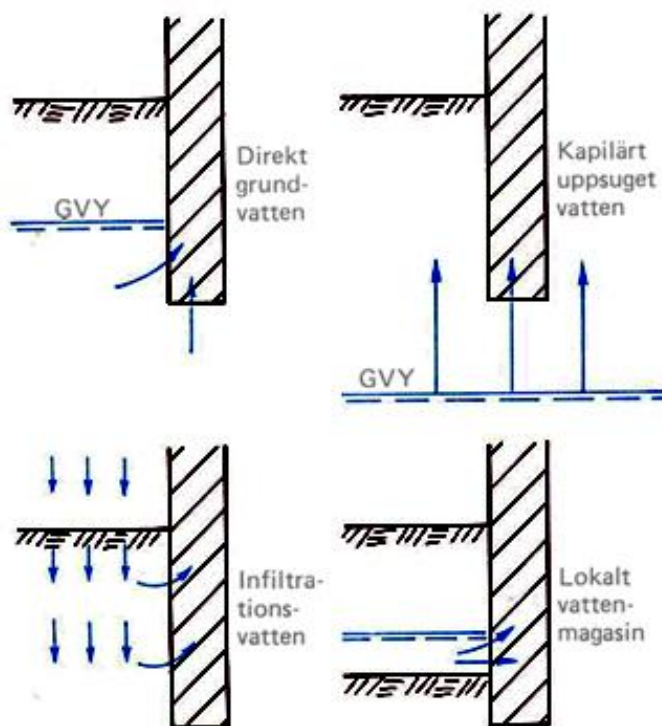
Med en enkel uträkning där vi antar att en väg utsätts för 10 kg/m² regn och bortser från uttorkningen via luftspalten skulle det ta mellan 5 dygn (10/2) och 100 dygn (10/0,1) för väggen att torka ut. Man inser snabbt att teglet har stor inverkan på hur stor fuktpåfrestningen blir. Uttorkningstiden påverkas främst

av hur mycket väta väggen utsätts för, tjockleken på teglet, åt vilket håll fasaden väter mot och hur pass mycket solstrålning som träffar väggen. Det innebär också att man får räkna med att en skalmur alltid är vattenmättad och ta hänsyn till detta när man uppför en tegelvägg (Sandin, 1995). Enligt Falk (2010) kan uttorkningen via spalten vara betydligt högre än vad som förutsatts här, och läsaren hänvisas hit för mer detaljerad utredning om uttorkningsmöjligheterna via en luftspalt.

2.2 Markfukt

Markfukt åsyftar all fukt som finns i marken och som kommer från grundvatten och nederbörd (se figur 1). Här blir kapillärsugning oerhört viktig, och den kapillära uppsugningen av grundvatten kan ge en hög belastning på murverket. I finkorniga jordarter, som till exempel lera, kan den kapillära stighöjden bli flera meter på grund av det kapillära undertrycket.

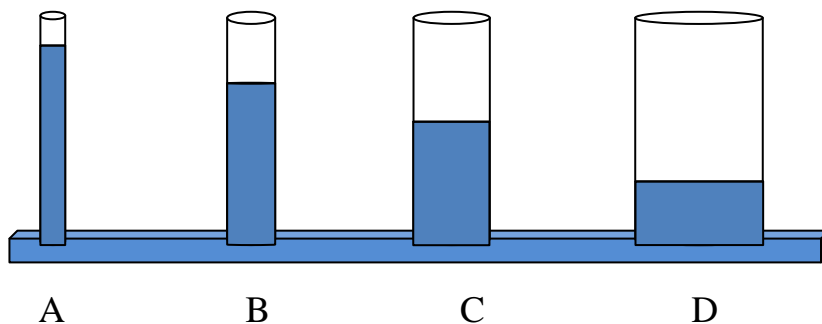
Vatten från snösmältning och regn kan ge fritt vatten något över grundvattenytan, vid en skiktad mark med olika täta jordarter kan det bildas lokala vattenmagasin, i täta jordarter och vid bergjordarter kan vatten ledas in till eller under en byggnad via sprickor i marken. Det är därför av yttersta vikt att vid nyproduktion ta hänsyn till allt fritt vatten, genom till exempel dränering och kapillär brytande skikt. Vid nyproduktion brukar markfukt inte ställa till några problem, utan vanligast uppstrå problem i äldre murverksfasader, gamla tegelmurar går ofta hela vägen ner till marken, medan moderna tegelväggar vanligtvis slutar en bit ovan marknivån (Sandin, 1995).



Figur 1: De olika typerna av markfukt som kan uppstå (Sandin, 1995).

2.2.1 Kapillärsugning

En aspekt när det kommer till tegel som blir påtagligt vid markfukt är teglets kapillära egenskaper. Kapillärsugningen påverkas främst av porerna i materialet. Desto mindre porstorlek desto högre stighöjd, större porer ger högre kapillärsugningshastighet men lägre stighöjd. Tegel har en väldigt snabb kapillärsugning på grund av dess höga porvolym och stora porer. Figur 2 illustrerar detta där rör A har högst kapillärstighöjd medan rör D har lägst (Nevander och Elmarsson, 2006). Tegel som byggnadsmaterial kan suga upp stor mängd vatten. Det förekommer dock stora variationer inom tegel, där ett tegel med hög permeabilitet (genomträngningsförmåga) ger ett betydligt högre fukttinnehåll än ett tegel med låg permeabilitet, och kommer också få en högre stighöjd (Rirsch och Zhang, 2010).

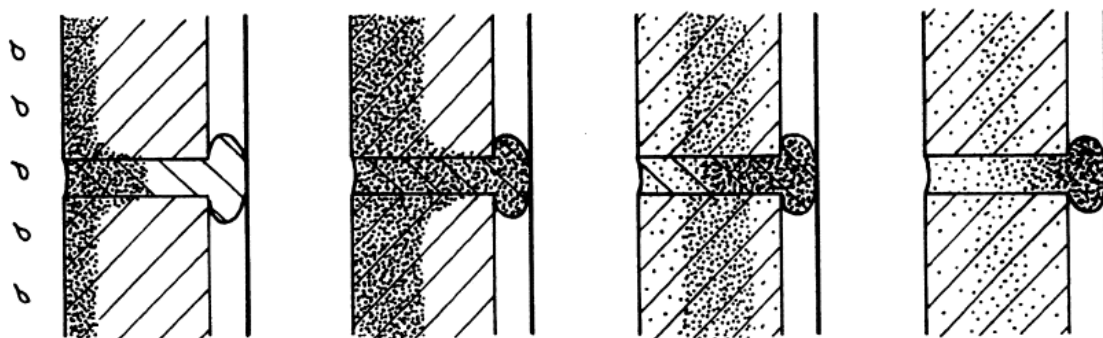


Figur 2: Kapillärstigning beroende på porradie

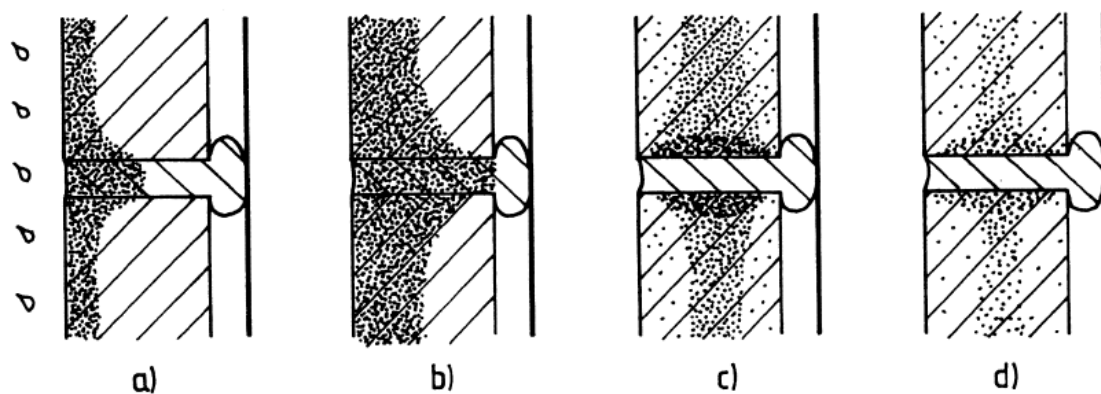
2.3 Porositet hos tegel respektive fog

En skalmur är fukttekniskt beroende på hur poröst tegelstenen respektive bruket är. I fallet då brukstuggor uppstår, vilket det alltid föreligger en viss risk för, är ett finporöst bruk med grovporös tegelsten fukttekniskt mer känsligt. Detta då fukt i större utsträckning kommer att ansamlas till bruket, och vandra inåt via bruket efter ett slagregn (se figur 3). Efter ett slagregn, kan inte stenen fortsätta suga vatten från murbruket. Vilket gör att fogen istället kommer att suga vatten från tegelstenen, vilket kan medföra att fogen är fortsatt kapillärmättad efter det att stenen torkat ut. I fallet med ett grovporöst bruk kan tegelstenen på motsvarande sätt fortsätta suga vatten från bruket. Detta medför att fukthalten blir något högre i stenen men lägre i bruket, vilket ur fuktsynpunkt blir något mindre påfrestande för underliggande konstruktion (Sandin 1996).

FINPORÖST BRUK – GROVPORÖS STEN



GROVPORÖST BRUK – FINPORÖS STEN



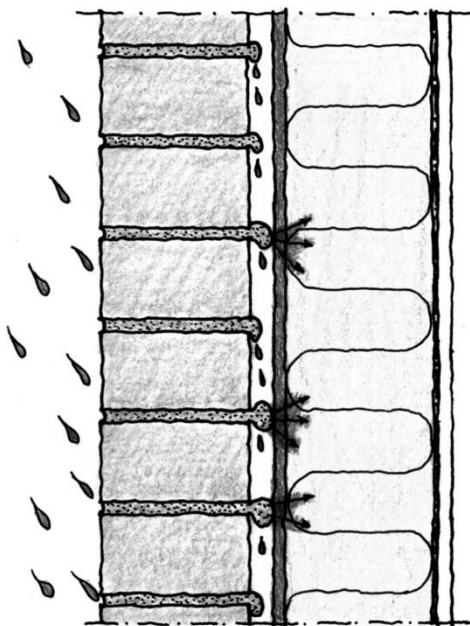
Figur 3: Ansamlingen av fukt efter ett slagregn där "a)" är direkt efter ett slagregn (Sandin, 1996).

2.4 Luftspalter

I många väggkonstruktioner byggs det in en luftspalt som fungerar kapillärbrytande, samt med avsikt att fukt skall kunna dräneras och ventileras ut. Om luftspalten har en högre temperatur än uteluften kommer det att leda till uttorkning, om omvänd situationen råder kommer det att leda till att fukt istället kondenserar i spalten. Detta sker då den relativa fuktigheten i spalten är beroende av temperaturen, där en lägre temperatur ger en högre relativ fuktighet. När kondensation skett kan de ge stora påföljder, till exempel kan vatten ansamlas i nederkant av luftspalten och tränga vidare in till underliggande konstruktion. För att undvika att sådana problem uppstår dränerar man bort vattnet antingen genom dräneringsrör eller genom att lämna stötfogar öppna i nedersta skiftet.

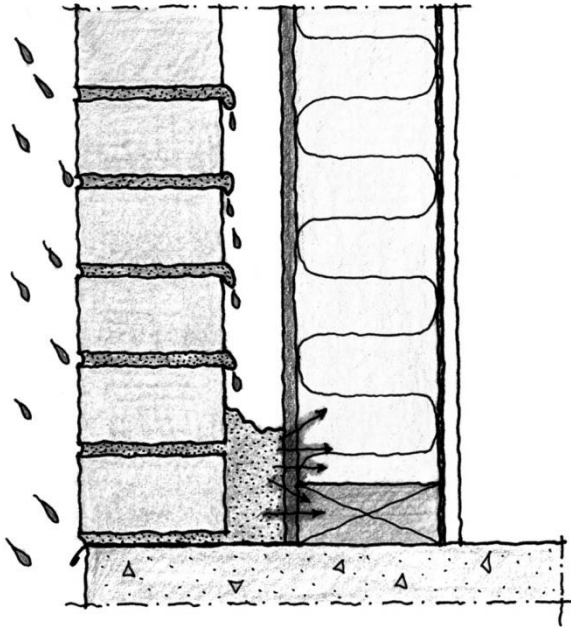
Brukstuggor kan uppstå vid murning av skalmuren, vilket är när murbruk ligger mot underliggande material. Brukstuggor hindrar ventilationen i spalten, och framförallt leds genomträngande vatten direkt in till underliggande konstruktion, se figur 4 (Sandin, 1993).

Förr var luftspalten generellt sett smalare, vanligast var en så kalla fingerspalt som normalt sett var 10 mm eller mindre (Svensk byggtjänst, 1989), vilket kan jämföras med dagens luftspalter som normalt är 30-50 mm breda (Nevander och Elmarsson, 2008). Dagens bredare luftspalter ökar ventilationen något i luftspalten, dock är uttorkningen via luftspalten endast omkring 0 – 0,1 kg/m²dygn (Sandin, 2005).

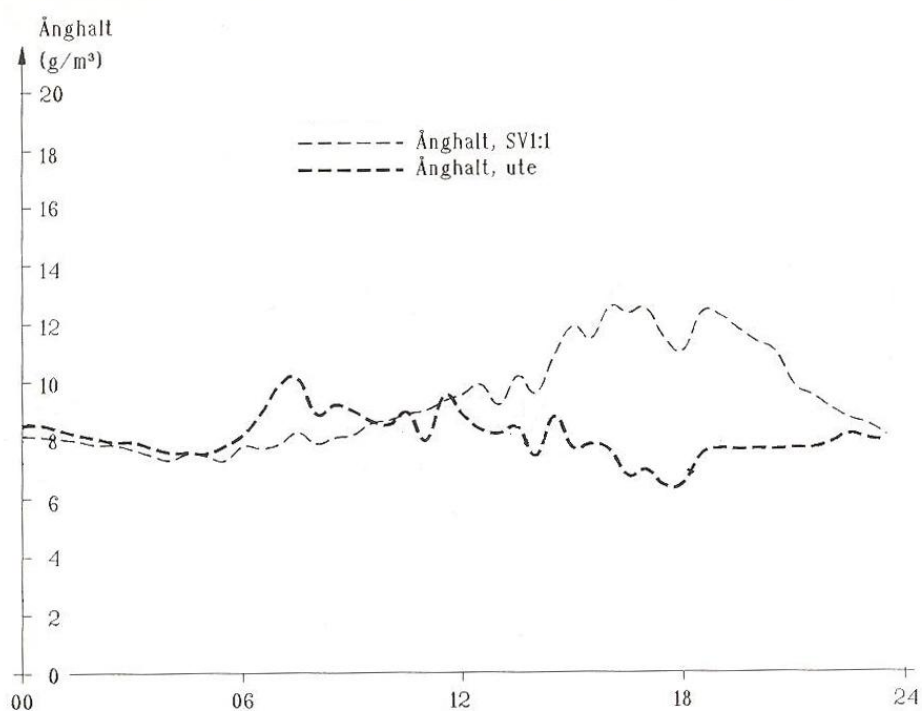
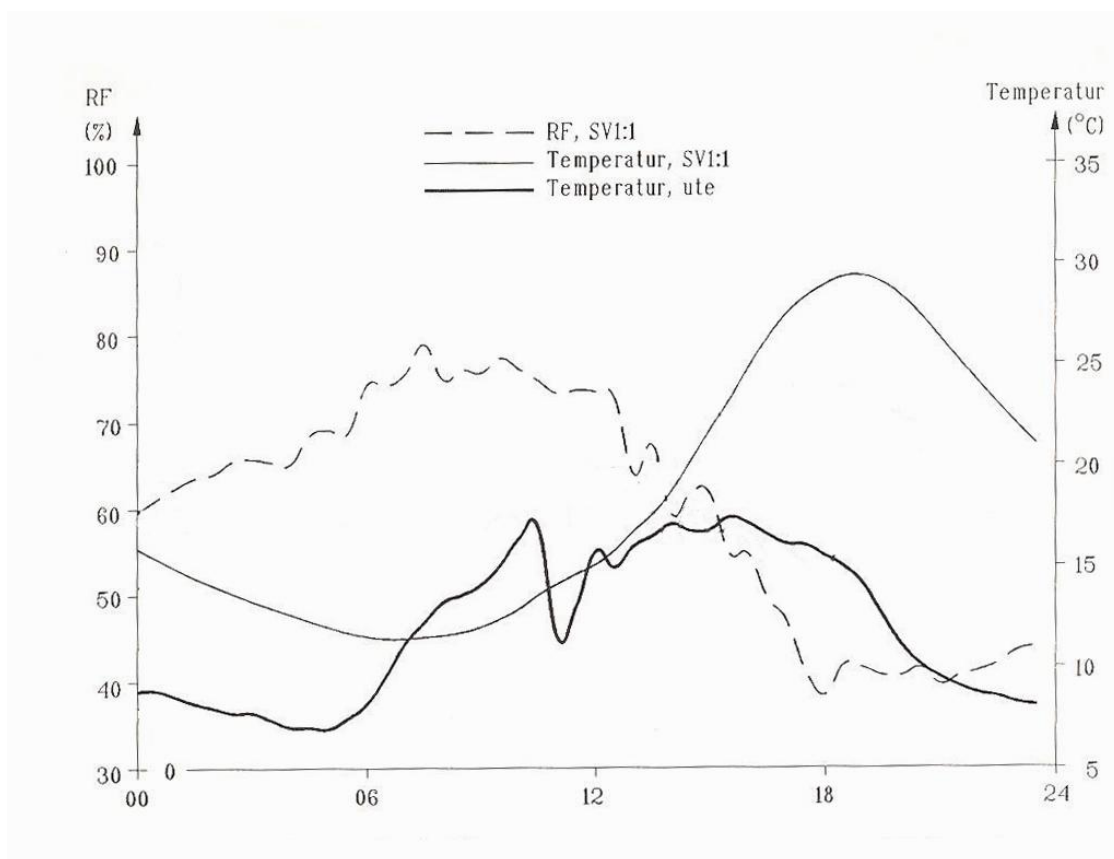


Figur 4: Brukstuggor förhindrar ventilationen samt leder in vatten direkt till underliggande konstruktion (Sandin, 1993)

Det finns en risk med överdimensionering av luftspalten, då murbruk lättare droppar ner och täpper till dräneringen i nederkant av väggen och vatten kan bli stående här vilket ger en väldigt hög fukt påfrestning för väggen, se figur 5 (SP Sveriges forskningsinstitut 1).



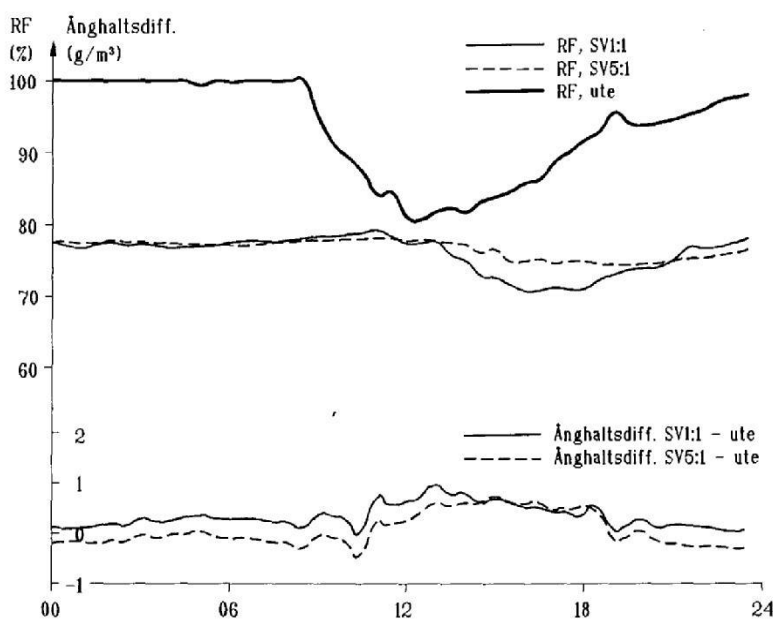
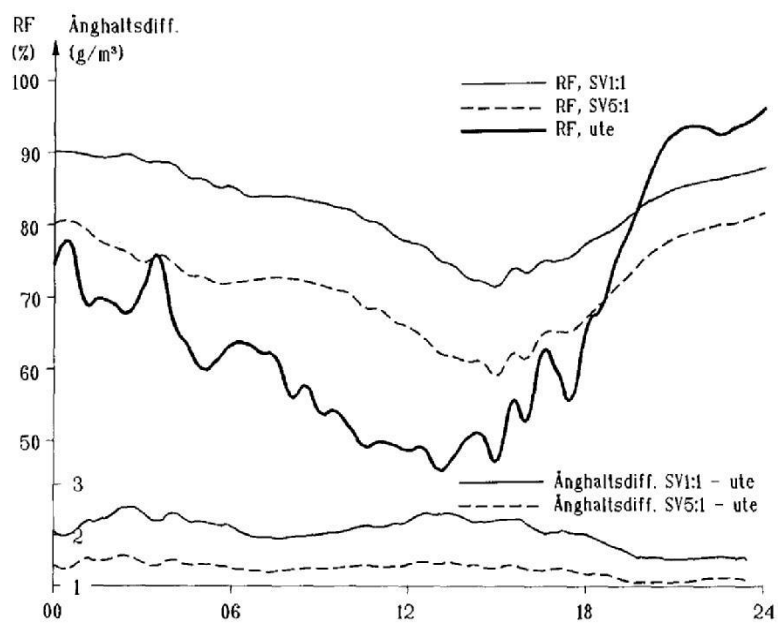
Figur 5: Murbruk i nederkant av luftspalten kan orsaka att dränering ej fungerar korrekt (Sandin, 1993).



Figur 6: Exempel på klimatvariationer i uteluft och spaltluft under ett dygn. SV1:1. 1987-08-12 (Sandin 1991)

Vägg	Luftspalt	Ventilation	Vindskydd	Isolering	Insida	Slagregn
SV1:1	20mm	Stötfog	Gips	165mm	Gips	naturligt

Sandin (1991) uppförde en provbyggnad på ett stort och öppet fält inom Lunds Tekniska Högskolas område, i nordöstra delen av Lund den 12 augusti 1987. Där undersöktes bland annat klimatvariationer i uteluften och luftspalten bakom tegelfasaden under ett dygn. I diagrammet (se figur 6) ser man tydliga temperaturskillnader mellan luftspalten och utomhustemperaturen under dagen och kvällen. På grund av den höga temperaturen i luftspalten på kvällen, jämfört med utetemperaturen, sjunker ånghalten kraftigt. När temperaturen sedan faller i luftspalten sker inte längre någon uttorkning och ånghalten stabiliseras i luftspalten. På eftermiddagen stiger ånghalten i spalten för att nå en topp på den sena eftermiddagen. Intressant nog är temperaturen i spalten högre än uteluften och stiger medans utelufts temperaturen sjunker, något som skall leda till uttorkning. Vilket också sker, men diagrammet visar tydligt vilken latens det finns innan uttorkningen ger effekt på ånghalten i spalten. Varför temperaturen ökade hastigt beror på solstrålningens inverkan samtidigt som utomhustemperaturen varsamt minskade. Här har en luftspalt om 20 mm undersökts, men en bredare luftspalt om 30-40 mm förväntas reagera på liknande vis om än med en konsekvent lägre relativ fuktighet och ånghalt. Det kan hursomhelst konstateras att luftspalten var starkt beroende av temperaturförändringar ur fuktsynpunkt (Sandin, 1991).



Figur 7: Övre diagrammet visar, relativ fuktighet resp. ånghaltskillnad mellan spaltluft och uteluft för en blöt skalmur, undre visar det för en torr skalmur (Sandin, 1991)

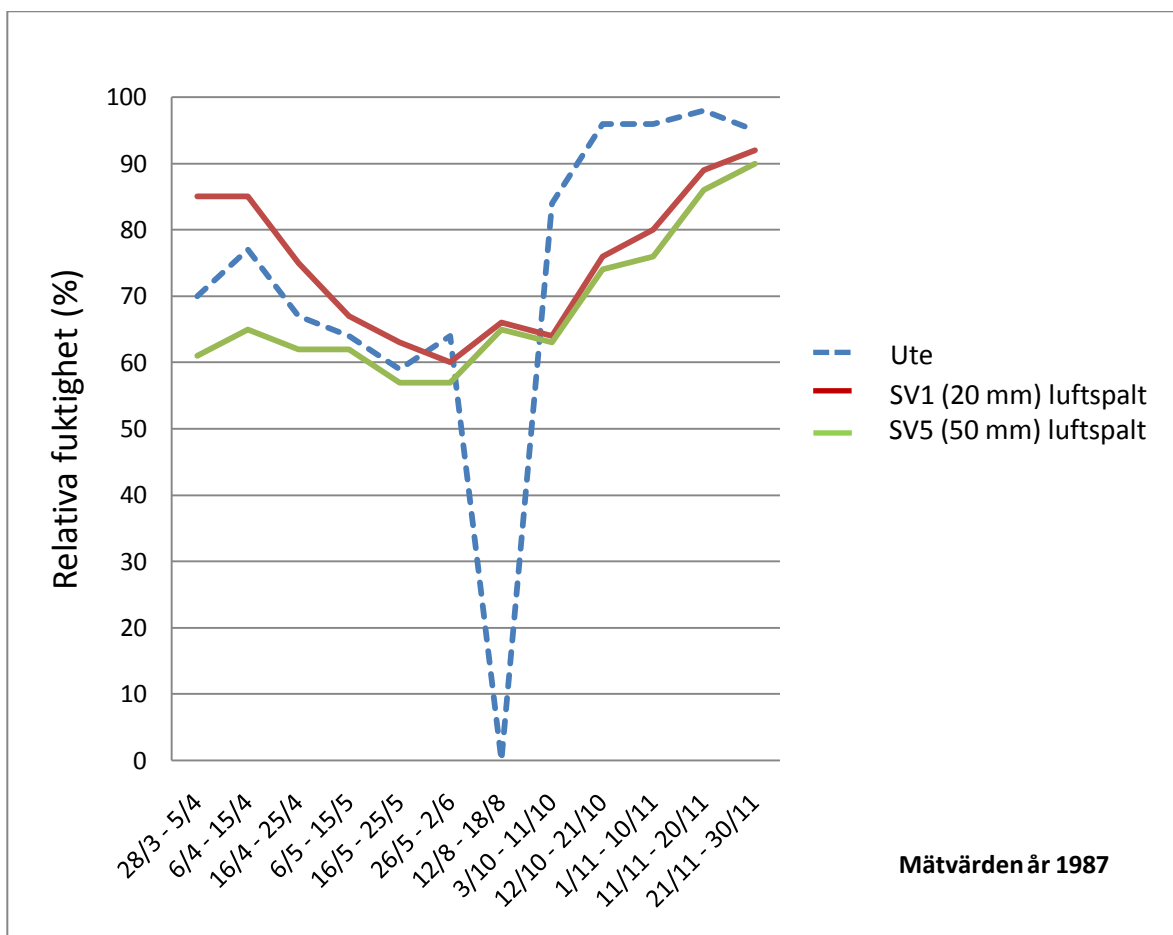
Vägg	Luftspalt	Ventilation	Vindskydd	Isolering	Insida	Slagregn
SV5:1	50mm	galler	gips	165mm	gips	naturligt
SV1:1	20mm	Stötfog	Gips	165mm	Gips	naturligt

Ytterlig undersökning utfördes av Sandin (1995), där man undersökte spaltdimensioner om 50 mm och 20 mm under två mulna dygn. Diagrammet visar resultatet för dessa två olika spalter vid slutet av mars och början av november månad då skalmuren var blöt respektive torr (se figur 7). Ute temperaturen är ungefär densamma, cirka $+5^{\circ}\text{C}$. Av diagrammen framgår att när väggen var torr så blev den relativa fuktigheten konsekvent lägre i spalten än i uteluften. Trots att det var upp emot 100 % relativ fuktighet utomhus, blev den relativa fuktigheten i spalten lägre än 80 % i den breda luftspalten

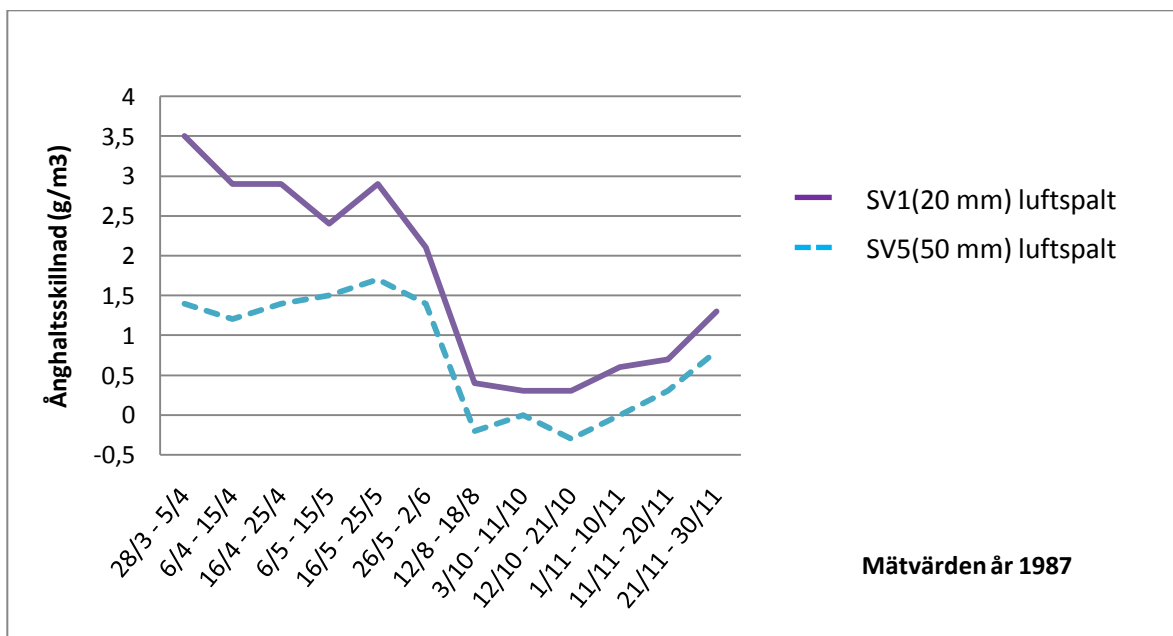
För den blöta skalmuren gäller motsatsen, här var den relativa fuktigheten i största delen av dygnet högre i spalten än i uteluften. Endast under ett par timmar på kvällen var den relativa fuktigheten högre i uteluften än i spaltluften. Den relativa fuktigheten i den smala spalten är här konsekvent högre än 80 %. Det syns här en stor skillnad mellan luftspalterna, den bredare luftspalten har en betydligt lägre relativ fuktighet än den smala spalten och ligger på ungefär samma nivå som uteluften.

För att illustrera skillnaden som en bredare luftspalt ger, uppmätte Sandin (1995) ånghalten samt relativa fuktigheten för spalterna under ett helt år (se figur 8-9). Diagrammet för relativa fuktigheten (se figur 8) visar att den relativa fuktigheten är konsekvent lägre i den bredare spalten än i den smala spalten, där skillnaden är som allra störst på våren. Den relativa fuktigheten blir aldrig högre än uteluften i den breda spalten, något som däremot sker i den smala spalten. Diagrammet över ånghaltskillnaden (se figur 9), talar också sitt tydliga språk. Den smalare spalten har en betydligt högre ånghaltskillnad, och har en ånghalt som mest är $3,5 \text{ g/m}^3$ högre än uteluften. Den breda spalten däremot har under visa tidpunkter till och med en lägre ånghalt än uteluften, även om det bara är som mest en skillnad på $-0,3 \text{ g/m}^3$.

Medelvärdena för hela året talar också sitt tydliga språk (se bilaga 1 för komplett tabell för hela mätperioden). Den breda spalten har ett medelvärde för den relativa fuktigheten på 69 %, och ett medelvärde för ånghaltskillnaden på $0,8 \text{ g/m}^3$. Den smala spalten har ett medelvärde för den relativa fuktigheten på 76 %, och ett medelvärde för ånghaltskillnaden på $1,7 \text{ g/m}^3$. Noterbart är att den relativa fuktigheten utomhus har ett medelvärde av 79 %. Konstateras kan att en bredare luftspalt är bättre ur fuktsynpunkt än en smalare (Sandin, 1991).



Figur 8: Relativ fuktighet i en smal spalt om 20 mm (SV1) respektive en bred spalt om 50 mm (SV5) (Observera att det för perioden 12/8-18/8 saknas mätvärde för uteluften)

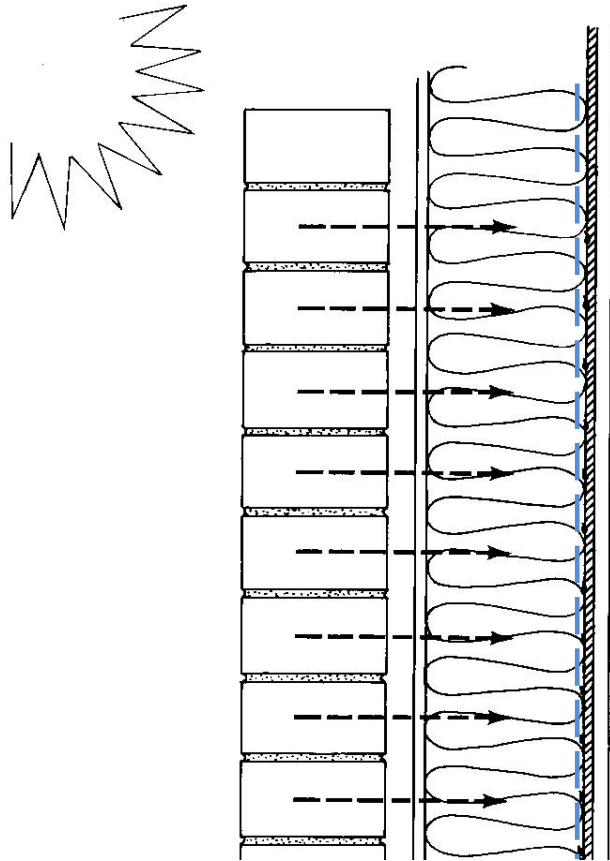


Figur 9: Anghaltsskillnad jämfört med utetemperatur, för en smal spalt om 20 mm (SV1), respektive en bred spalt om 50 mm (SV5)

2.5 Strålning

Solstrålning är en stor anledning till den höga fuktigheten i luftspalten. Arkitektonisk utformning kan påverka strålningen något, men behandlas inte i denna rapport. Däremot flukterar solstrålning mot fasaderna intensivt med väderstreck, årstid och geografiskt läge. Under våren och hösten är solstrålningen starkast mot söderfasader, och på sommaren är den starkast mot väst och östfasader. Solstrålning är starkare på norra delen av Sverige än i södra under sommaren och omvänt på hösten och våren. Kulören på teglet ger också en viss betydelse för temperaturen på murväggen, eftersom mörkare färger har högre absorberandeförmåga för solstrålning (Sandin, 1991). Solstrålning mot fasaden medför att skalmuren kan nå upp till 40°C jämfört med innetemperatur på omkring 20°C. Skulle solstrålning vara i något dygn är risken för att kondensation skall uppstå låg. Om solstrålningen däremot skulle vara i en längre period är kondensrisken betydande. Förutsättningen för att kondensation överhuvudtaget skall kunna uppstå är att skalmuren är blöt från början.

Att kondensation uppstår beror på att ångtransporten kommer att ske inåt, då isoleringsskiktet har högre temperatur än vid ångspärren, kondens kommer då att ske vid den kallaste punkten som blir vid ångspärren (se figur 11). Vid kraftig solstrålning ökar naturligt också temperaturen i inomhusklimatet, genom exempelvis solinstrålning via fönster. Detta i sin tur höjer temperaturen vid ångspärren vilket gör att kondensrisken minskar. Vid kylning av inomhusluften ökar således risken för kondens vid ångspärren (Sandin, 1991).

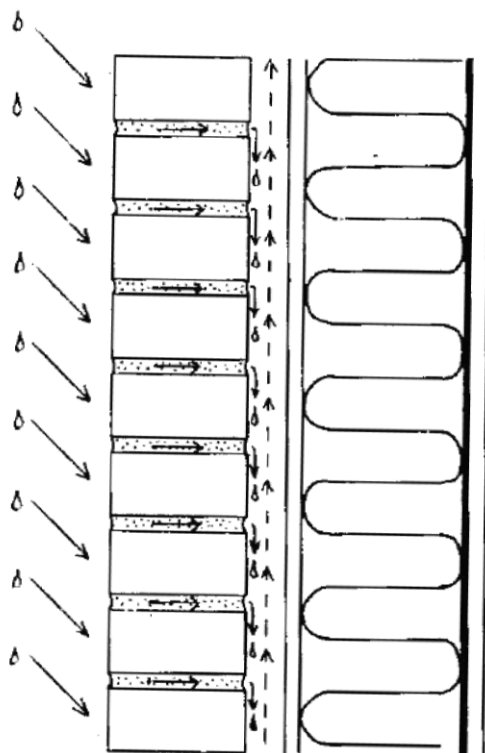


Figur 11: Stark solstrålning medför att kondensation vid ångspärren kan ske, så kallad sommarkondens (Sandin, 1993).

2.6 Slagregn

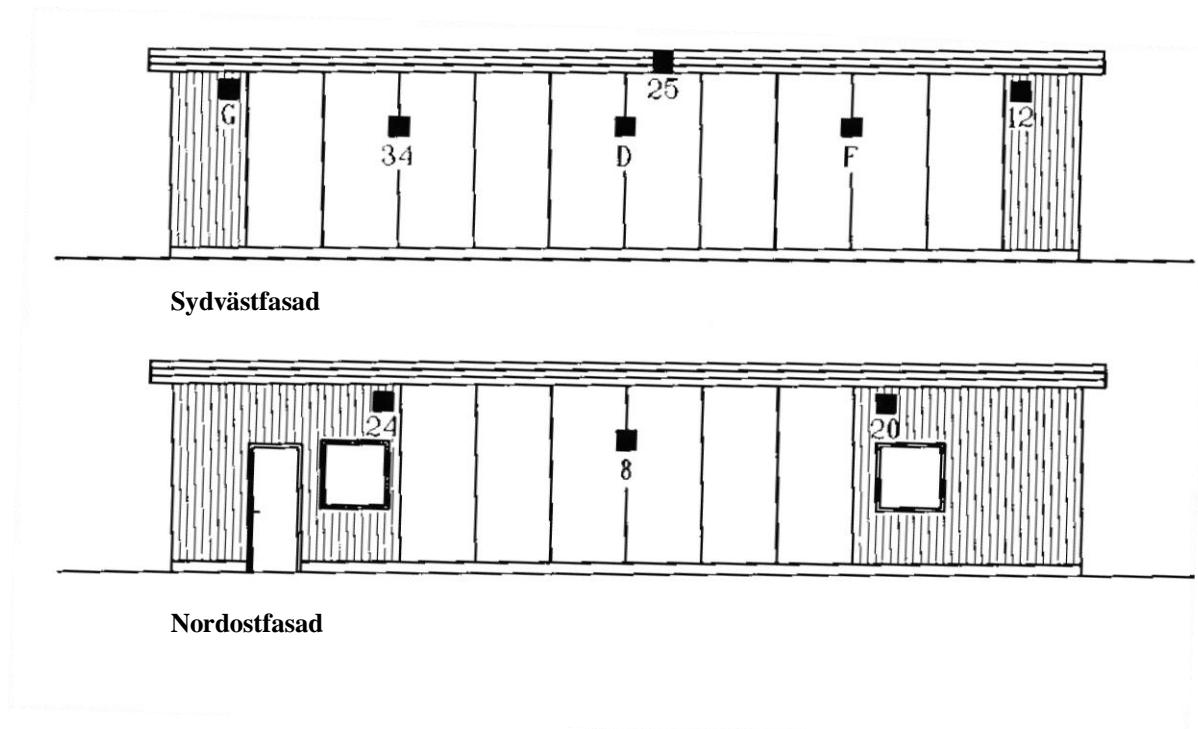
Slagregn uppstår när det regnar och blåser samtidigt. Då kommer regndropparna att falla snett, och det är dessa horisontellt fallande regndroppar som kallas för slagregn. Desto högre vindhastighet, desto mer slagregn blir det. Om vindhastigheten är 10 m/s eller högre är slagregnmängden större än de vertikala nederbörden. Slagregn är det som ger upphov till den högsta fuktbelastningen på en fasad (Sandin, 1995).

Vid kraftiga slagregn bildas först en tunn vattenfilm på fasaden och vatten kommer sedan kunna tränga in genom sprickor och kanaler i tegelfasaden (se figur 12). Oftast uppstår det fuktproblem vid fönsterkarmens överkant när vattenavrinning uppstår vid murskalet, då vatten här kan bli stående och tränga in vid infästningen av fönstret (SP Sveriges forskningsinstitut 1).



Figur 12: En vattenfilm bildas på tegelfasaden och tränger vidare in till luftspalten (Sandin, 2005)

En undersökning av Sandin (1991) utfördes vid Lunds tekniska högskola mellan 1987 och 1988, där utfördes mätningar på slagregnsbelastningen på olika fasader. Slagregnet mättes med totalt 9 slagregnsmätare placerade enligt figur 13. Den första fasaden är placerad mot syd och den andra är placerad mot nordost. Byggnaden uppfördes på ett öppet fält inom Lunds Tekniska Högskolan område i Lunds nordöstra del. Slagregnsmätare hade en noggrannhet av $\pm 5\%$. Avläsningen av slagregnsmätaren skedde i två timmars intervall (Sandin, 1991).



Figur 13: Placering av slagregnmätare (Sandin, 1991)

Tabell 1: Uppmätta totala slagregnmängder

Mätpunkt	8	20	24	G	34	D	25	12
Aug 1987- juni 1988	7,6	8,9	9,0	51,8	59,4	42,3	60,0	58,7
Snittvärde per månad	1,3	1,4	1,5	8,6	9,9	7,1	10	9,8

Mätningar utfördes under en 19 månaders period och den längsta sammanhängande mätperiod var från aug 1987- juni 1988, den totala uppmätta mängden slagregn presenteras i tabell 1. Den maximala mängden av slagregn som uppmättes under en månad avlästes till 13kg/m^2 i december månad vid punkten 25. Vilket skall ställas i relation till den maximala slagregnmängden som uppmäts i Lund under november månad 1981 till över 30kg/m^2 under mätperioden, som exempel på andra mätvärden kan en mätning i Göteborg nämnas där man uppmätte ett maximalt månadsvärde av 65kg/m^2 . Det kan konstateras att värdena har under mätperioden varit osedvanligt låga, och därför kan man ifrågasätta provresultatet något när det kommer till den totala fuktbelastningen. Dock är mätningarna konsekvent avvikande, varvid vissa slutsatser ändå kan dras.

Undersökningen påvisar att slagregn träffar avsevärt mycket mer sydvästfasaden jämfört med nordostfasaden. Andelen slagregn som träffar nordostfasaden är cirka 15 % av mängden som träffar sydvästfasaden. För hela mätperioden blev denna siffra betydligt högre vilket berodde på ett enda

slagregn som träffade nordostfasaden. Oavsett så kan det konstateras att den mest utsatta fasaden är sydvästfasaden under mätningen, och att det kan skilja väldigt mycket mellan fasader på en byggnad (Sandin, 1991).

2.6.1 Slagregnsinverkan

Slagregnmängden varierar kraftig med geografiskt läge och väderstreck. I Sverige är det sydvästra delen som påverkas mest av slagregn (Sandin, 1991).

Enligt undersökningen av Sandin (1991) påvisades det att i synnerhet är två fasader som utsätts för slagregn (syd och västfasad) medan norrfasaderna är mindre utsatta i södra Sverige. Vid Norrlandskusten är det frekvent förekommande att kraftiga slagregn träffar på öst och sydfasader. Det finns förutsättningar för att en tegelmur någon gång blir kapillärmattad. Under mätperioden 1987-1989 var det relativt lite slagregn vid Lunds Tekniska Högskolan. Trots detta blev tegelväggarna kapillärmattade.

Slagregnbelastning är generellt högre i södra och västra Sverige jämfört med andra delar i Sverige. I kombination med intensiv solstrålning ger det en hög ånghaltsnivå i skalmuren. Det ska tilläggas att det är svårt att utföra exakta slagregnmätningar, detta då murväggen ofta är kapillärmattad även om regnuppehåll uppstått under en period, eftersom ett enda slagregn kan ta flera veckor att torka ut igen (Sandin, 1991).

2.6.2 Byggnadsutformning för att minimera slagregn

Utformningen av byggnaden kan ha betydelse för slagregnsbelastningen mot murväggen som till exempel genom att använda stora takutsprång som avlägsnar en del av slagregnet, hur mycket slagregnsbelastning minimeras av en sådan åtgärd är ej känt. Man bör räkna med att det har en viss inverkan, i synnerhet för låga byggnader. För höga byggnader har takutsprånget mindre betydelse, istället kan balkonger och skärmar ge ett visst skydd mot slagregnsbelastningen (Sandin, 1991).

2.7 Skador på tegel

Även om tegel är ett oorganiskt material är det inte okänsligt för fuktskador. Där finns också ett par olika skador som potentiellt kan försvaga teglets motståndskraft mot fukt och väta, varför också dessa behandlas här.

2.7.1 Frostsprängningar

Den vanligaste fuktskadan på tegelfasader är frostsprängningar. Frostsprängningar uppkommer då en vattenmättad tegelsten fryser, och vattnet utvidgas och frostsprängning uppstår (Svensk Byggtjänst och SABO, 1989).

Att kyla och fukt ensamt skulle vara tillräckligt för att ge frostsador är dock debatterbart. Med största sannolikhet måste det till ytterligare en faktor för att förklara frostsprängningar. Dålig eller obefintlig ventilation av luftspalten, och olämplig stenkvalité, är två sådana faktorer som brukar nämnas. En stor faktor med hänsyn till frostsprängningar beror på uttorkningen av teget, då uttorkningen mestadels sker utåt, även om luftspalten bidrar något. Tjockleken på teglet blir därför starkt kopplat till uttorkningstiden, vilket påvisas i en fallstudie som utförts vid Lunds Tekniska högskola där en villa med ¼-stens fasadtegel uppvisade betydligt mindre frostsprängningar än övriga tegelfasader (Carlsson, 1989).

I Carlssons (1989) rapport tillskrivs sliror i kombination med stenens förmåga att suga upp och behålla fukt som orsak till att frostsador uppkommer. Man hade här påvisat detta genom att byta ut enskilda, skadade, stenar där nya frostsador inte uppkommit. Man hade också provat att fylla luftspalten med karbamidskum vilket inte visade sig påverka tegelfasaden någonting, men det är värt att notera att fuktkvoten i underliggande träreglar ökade något.

2.7.2 Armeringskorrosion

Korrosion i moderna byggnader är ett ovanligt problem, men förekommer ibland. I en nyproduktion används idag ett verkningsfullt korrosionsskydd som förhindrar korrosion. Att armeringen korroderar är normalt sett i sig själv inget problem, utan det är stålet volymökning under korrosionen som medför en kraftig sprängningsverkan på fogbruk, tegel och puts som orsakar skadorna. Ett vanligt armeringstål har en genomsnittlig volymökning på 5-6 gånger jämfört med stålets ursprungsvolym (Sveriges Byggindustrier, 2006). För att armeringskorrosion skall uppstå krävs fukt, syre och även andra kemiska lösningar. Risken för armeringskorrosion mindre i en vägg som alltid står blöt, jämfört med en som delvis är nerfuktad och armeringen bara absorberar en liten mängd vatten. Förklaringen till detta är syretillgång, i vatten är syretillgången så pass låg att den kemiska reaktion för korrosion inte kan ske (Sandberg et al, 2009). Skulle den relativa fuktigheten vara under 60 % finns det heller ingen risk för korrosion på stål. Risken för korrosionen ökar betydligt om andra kemiska föreningar inverkar, till exempel svaveldioxid. Svaveldioxid härrör från förbränning av fossila bränslen, där trafiken till exempel kan ge upphov till svaveldioxid (Luleå kommun, 2011).

Rostsprängning skadar både fogarna och tegelstenarna. Det förekommer olika lösningar för att förhindra armeringskorrosion. Där man inom husbyggnad beaktar följande:

- val av material
- metallisering, t.ex. förzinkning
- målningsbehandlig
- placeringen av stålet

(Nevander och Elmarsson, 2008)

2.7.3 Saltutfällning

I alla murverk finns det vattenlösliga salter som är vanligt i synnerhet de första åren för nyuppförda skalmurar. Saltutfällning bildas efter kraftiga slagregn som löser upp saltet och transporterar ut saltet när vätskan avdunstar, resultatet blir en vit beläggning på teglets löpyta (NSIAB, 2011). Vanligtvis försvinner dessa saltutfällningar efter något eller några år och är inget som skadar fasaden. Eventuellt måste man vidta vissa åtgärder på regnskyddade fasadpartier så som sköljning eller borstning (Sandin, 1993). Om problemet återkommer behandlas fasaden lämpligtvis med en kalkstark injektion eller en stenimpregnering som återställer pH-värdet och förhindrar att salterna vandrar ut till tegelyta (NSIAB, 2011)

Om en puts har påförts på tegelfasaden föreligger det en risk för att saltsprängningar kan uppstå. Enbart närvaro av salt är dock inte tillräckligt för att saltsprängningar skall uppstå, utan också fukt måste vara närvarande. Saltsprängningens huvudkälla av fukt kommer ifrån markfukten (Sandin, 1995).

2.7.4 Kalkutfällning

Kalk förkommer i korn, kalkkorn, och när kalkkornen kommer i kontakt med fukt expanderar volymen hos kalket som resulterar i kalksprängning. Kalket fälls även ut och ansamlas på teglet yta som även kallas urlakning, vilket uppstår där rinnande vatten har koncentreras till vissa stråk (Sandin 1995). För att åtgärda problemet tvättas kalket bort mekaniskt. Eventuellt behandlas väggen för att återstärka den samt återställa dess PH-värde (med medel som till exempel Kalkstark injektion¹) (NSIAB, 2011).

¹ Impregnerings produkt som förstärker materialets struktur, dess hållfastighet och andra egenskaper återfås. Kan också användas till andra porösa material, mineraliska byggnadsmaterial och som förbehandling på murväggen.

2.7.5 Biologiskt påväxt

Om murväggen utsätts för längre periods fukt och det finns tillgång till näringsämnen kan biologisk påväxt på fasaden uppstå. Påväxten på väggen blir framförallt alger, mossor, lavar eller svampar. Biologisk påväxt är vanligast på fasader som är utsatta för en hög slagregnsbelastning, där norrfasader i synnerhet är utsatta (Sandin, 1995). Enligt Boverket tillåts en viss mängd biologisk påväxt utanför luftspalten, men inte innanför. Detta anses inte vara skadligt för innemiljön, utan försämrar endast estetiken av väggen (Boverket, 2008).

För att åtgärda problemet tvättas fasaden rent med tvättmedel som exempelvis BioVäck² eller genom mekanisk tvätt. Vilket syftar till att avlägsna den biologiska påväxten samt dess näringsämnen. Om problemen återuppstår kan man impregnera fasaden med ett vattenavvisande preparat som till exempel stenimpregnering C2³, för att förhindra att fasaden blir blöt (NSIAB, 2011).

2.7.6 Mekanisk påverkan

Med mekanisk påverkan åsyftas skador på fasader som härrör från mekanisk påverkan, så som borrhåll efter skyltar och dylikt. Denna typ av skador på fasader är väldigt vanlig på tegelfasader, så mycket som 34 % av undersökta byggnader av Byggnadsstyrelsen (1991) påvisade denna typ av skador. Medräknas skador i form av felvända skarvar på stuprör som därmed orsakar läckage, finner man att en inte helt obetydlig del av tegelskador hade kunnat undvikas om man ägnat en större uppmärksamhet åt detaljer. Dessa typer av skador är ingen direkt påföljd av fukt, men däremot kan dessa typer av skador bidra starkt till fuktskador i väggar. Håligheterna gör det möjligt för vatten att tränga in i väggen, och läckage från stuprör och dylikt ger ett extra fukttillskott och därmed en högre risk för fuktskador. För att undvika framtida fuktproblem är det viktigt att täta håligheter eller vidta andra åtgärder.

2.7.7 Sprickor och håligheter

Är den enligt Byggnadsstyrelsen (1991) absolut vanligaste skadan på tegelfasader med en skadefrekvens om 72 % i fogarna, respektive 56 % i teglet, av de undersökta byggnaderna. Dessa typer av skador är inte en direkt följd av fukt, men kan ge stora framtida fuktproblem.

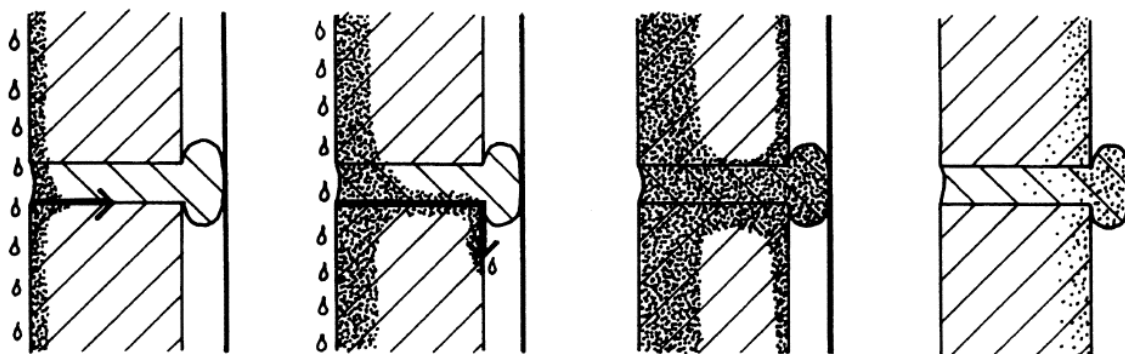
Följande stycke bygger, om inget annat anges, på en intervju med Sandin⁴. Det är i sprickorna i fogarna som den högsta andelen vatten tränger igenom en fasad. Igenom själva tegelstenen och fogen är det ytterst svårt för vatten att

² BioVäck är ett tvättmedel som används för att tvätta bort påväxt som t.ex. alger och mögel på fasader, utan att lämna spår av kemikalierester som påverkar vidare behandling av ytan.

³ Stenimpregnering C2 är ett silan-baserat vattenavvisandepreparat.

⁴ Universitets lektor Kenneth Sandin, Byggnadsmaterial LTH, intervju 2011-03-31

tränga igenom, men genom sprickor och mikrosprickor i fogarna tränger vatten med lätthet igenom. Observera att det här åsyftas vatten som rinner igenom fasaden, fukttransport som beror på konvektion från en vattenmättad tegelsten kan fortfarande ske. Vattengenomträngning kan endast ske i samband med regn. Hur pass stor vattengenomträngningen blir är starkt beroende på hur bra murad väggen är, om väggen är riktigt murad och anpassad till mursten och murbruk, är risken liten för läckage genom skalmuren (Sandin, 1993). Enligt Sandin (1996) uppstår sprickor vanligtvis mellan murbruk och mursten. Vanligtvis beror detta på att stenen rubbats något efter det att bruket stelnat men inte uppnått full hållfasthet. Dessa sprickor är vanligtvis små och svåra att upptäcka, och brukar också anses vara normala sprickbildningar i ett murverk. En sådan här sprickbildning kan dock medföra stora konsekvenser för fuktsäkerheten i väggen. Så länge stenens vattensugningsförmåga är högre än slagregnsbelastningen uppför sig murvägg på ungefär samma vis som om där inte funnits några sprickor. När sugkapaciteten minskat tillräckligt vid fogen (vilket sker när stenen blivit blöt), pressas vatten in i fogen och rinner ner på baksidan. Nu kan muren absorbera vatten både från bak- och framsida. När regnet väl upphört kan både stenens bak- och framsida samt fog vara blöt. Vid ytterligare uttorkning, utan någon större uttorkning inåt som fallet normalt är i en skalmur, kan hela insidan inklusive insidan av fogen vara blöt trots att väggen ser torr ut (se figur 14). En situation som är mycket allvarlig, då det kan leda till fuktskador, samtidigt som det är svårt att upptäcka då stenen förefaller vara torr (Sandin, 1996).



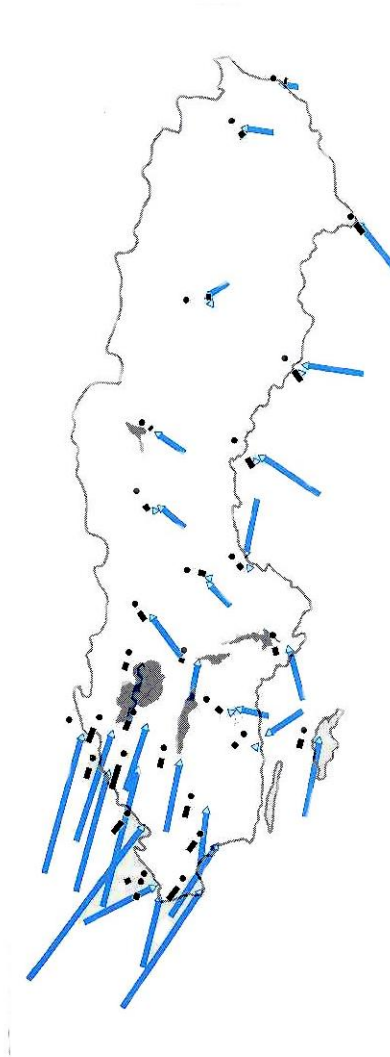
Figur 14: Torkningsförloppet i fallet obehandlat murverk med en spricka i fogen samt med en brukstugga bakom skalmuren (Sandin, 1996)

2.7.8 Det geografiska läget och lokala klimatets påverkan

Vart någonstans byggnaden är placerad bidrar starkt till hur pass vanligt förekommande skador på tegelfasader är. Där norra Sverige har den lägsta skadefrekvensen, Stockholm och mellan Sverige placeras i en mittgrupp, och västra och södra Sverige har den högsta skadefrekvensen. Anledningen till detta tillskrivs främst vindar från syd och väst, och ofta i samband med regn, vilket gör att slagregn uppstår betydligt oftare i dessa geografiska regioner än i övriga (se figur 15).

Även en mer växlande temperatur kring 0 °C är vanligare söderut vilket ger en mer ogynnsam situation med tanke på frostsprängningar. Detta då väggen ej hinner torka ut innan frosten kommer och därmed är risken för frostsprängningar högre (Byggnadsstyrelsen, 1991).

Enligt Sandin (1991) är uppfattningen om att väggarna i norrland skulle vara djupfrysta hela vintern och därmed inte känslig för frostfrysning felaktig. Detta då solstrålningen kan ge en högre temperatur på fasadytan än omgivningen, vilket gör att en nollgradspassage kan ske och risk för frostsprängning föreligger även här. Däremot är nollgradspassagerna betydligt färre här än i södra Sverige.



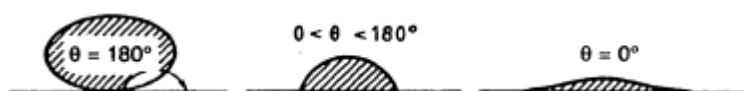
Figur 15: Årliga slagregnmängd som träffar fasader mot den dominerande slagregnsriktningen (Sandin, 1995)

2.7.9 Åtgärder när skador uppstått

När väl skador uppkommit, som exempelvis frostsprängningar, finns det ett par olika åtgärder man kan ta till för att åtgärda problemet samt för att förhindra fortsatta problem.

Enligt Sandin⁵ får man för att åtgärda uppkomna fuktskador på själva teglet byta ut de enskilt skadade stenarna, vilket kommer ge en viss nyansskillnad i både tegel och bruk gentemot befintlig tegelvägg. Då teglets tekniska funktion sällan påverkas av ringa omfång av skador, är det möjligt att låta de skadade stenarna sitta kvar. Enligt Sandin är det också möjligt att påföra en tjockputs för att åtgärda problemet. Vilket dock förändrar estetiken och innebär i princip att man byter ut fasadmaterialet, men skyddar också väggen bra från fuktgenomträngning och minskar fuktbelastningen avsevärt på tegelväggen och underliggande konstruktion.

När omfattande skador uppkommit på tegelväggen eller fuktskador som härrör från tegelväggen uppstått måste större åtgärder till. För tegelfasaden handlar det om att minska på läckaget och fuktgenomträngningen. Där den enda helt säkra åtgärden är en ommurning av en skadad tegelfasad enligt Carlsson (1989), dock undersöktes här aldrig möjligheten att använda sig av en vattenavvisande impregnering. Principen bakom de vattenavvisande impregneringarna är att förändra randvinkeln (Nevander och Elmarsson, 2003). Randvinkeln (också kallad kontaktvinkeln) beror på ett samspel mellan materialytan, vatten och luft. I de flesta fallen är randvinkeln ungefär 0° och vattendroppen flyter ut, ökas randvinkeln uppstår en pärlande-effekt. I extremfallet där randvinkeln blir 180° sker ingen utflyttning alls (se figur 16). I praktiken kommer en vattenavvisande impregnering förändra randvinkeln från 0° till $100\text{--}140^\circ$. Blir randvinkeln högre än 90° kommer inget vatten att sugas upp längre, utan vattengenomträngningen beror nu på det yttre övertrycket som pressar in vatten i luftspalten (Sandin, 1996).

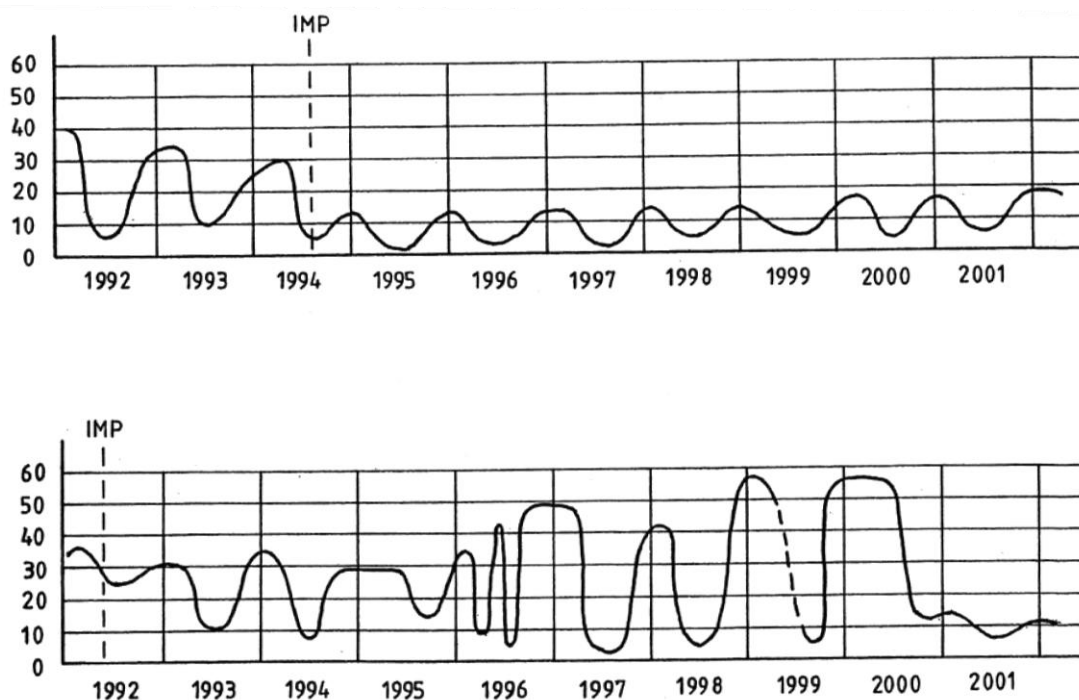


Figur 16: Vattendroppe på underlag med olika randvinklar (Sandin, 1996)

Åtgärden vattenavvisande impregnering har utvärderats av Sandin (2003), vilket visade sig vara en väldigt bra lösning för att skydda fasaden mot framtida fuktskador. Den impregnering som främst använts i denna undersökning var av typen silan/siloxanpreparat, vilket är det preparat som

⁵ Universitets lektor Keneth Sandin, Byggnadsmaterial LTH, intervju 2011-03-31

åsyftas i detta stycke, och anses också vara ett välbeprövat preparat. Andra preparat som finns, fungerar efter samma princip, dock kan några uttalande om dessa preparat inte redovisas. Det visade sig att fogarna var av yttersta vikt för att fuktsäkra en fasad. I en vägg lät man de gamla fogarna vara som de var och impregnera bara teglet utan att först åtgärda fogarna, vilket visade sig ge ringa effekt. Fuktkvoten i teglet visade sig bli betydligt lägre då man först reparerade fogar och därefter impregnerat teglet, se figur 17. Figuren visar också tydligt effekten en ommurning kan ge, då den ena väggen murades om helt i slutet av 2000 vilket direkt gav en betydligt lägre fuktkvot i tegelmuren. Det är dock värt att notera att även om fuktkvoten här är lägre än för den impregnerade väggen, är skillnaden inte alltför påtaglig (Sandin, 2003). I det aktuella fallet är dock undersökningstiden för den ommurade väggen endast drygt ett år, men stämmer väl överrens med det förväntade resultatet som Carlsson (1989) framhåller att en ommurning skall ge. En ökning av fuktkvoten i fasadteglet skedde då man impregnerade en tegelfasad där det möjligtvis fanns sprickor i bruket. Detta är inte empiriskt bevisat i undersökningen men stämmer bra överens med teorin, då impregneringen förhindrar vattensugning ifrån teglet och därmed har vattnet en större tendens att pressas igenom sprickorna (Sandin, 2003). Hur stora sprickorna måste vara för att denna risk ska föreligga måste bedömas för vart enskilt fall. Den gängse bilden om att sprickbredder upp till och med 0,3 mm allmänt kan accepteras kan däremot konstateras vara felaktigt, och att det är helt beroende på den enskilda väggen samt den lokala fuktpåfrestningen. Ibland kan 0,3 mm sprickbredd accepteras, oftast i mindre omfattning, och 0,2 mm i en större omfattning. I vissa fall kan man dock inte acceptera större sprickor än 0,1 mm om ens några överhuvudtaget för att impregneringen skall fungera tillfredställande (Sandin, 1996)



Figur 17: Övre diagrammet visar fuktkvoten på en västkustfasad där fogarna reparerats innan impregnering. Nedre diagrammet visar en sydfasad där fogarna inte reparerats innan impregnering, där man i slutet av år 2000 murade om hela väggen (Sandin, 2003).

Sandin (2003) genomförde också försök med att injicera det vattenavvisande preparatet i nederkant av tegelväggen för att stoppa uppstigande markfukt. En åtgärd som inte gav någon effekt, vilket antagligen beror på att det är omöjligt att kontrollera hur preparatet sprids inne i väggen. Otätheter och fickor orsakade att preparatet rann bort. Dessutom är det ytterst svårt att impregnera ett kapillärmättat murverk, detta då preparatet på något vis måste byta plats med det vatten som finns i väggen. Ett sätt som lyfts fram för att komma runt det här är att injicera väggen med ett koncentrat av preparatet och förlita sig till att det blandas ut med det existerande vattnet i porerna, något som ej utvärderats i rapporten. Med en vattenavvisande impregnering påverkas uttorkningstiden och en impregnerad vägg tendera att ta längre tid på sig att torka ut. Om man antar att impregneringsdjupet är 5 mm är uttorkningshastigheten 50 gånger högre i en oimpregnerad vägg jämfört med den impregnerade. Detta beror på att fukten måste transporteras i ångfas genom den impregnerade delen av väggen. Impregneringen kommer på sikt att hålla väggen torr, detta då impregneringen förhindrar fortsatt vattenabsorption. Uttorkningen är bara av intresse om väggen skulle vara blöt då impregneringen sker. Skulle väggen vara helt vattenmättad då impregneringen sker, kommer väggen att bli helt torr om ungefär ett år.

Detta fenomen kan orsaka att en impregnerad vägg får en högre fukthalt än om man inte impregnerat den. Vilket endast sker om fukt tillförs bakifrån, vid till exempel uppstigande markfukt (Sandin, 1996).

2.7.10 Förebygga skador

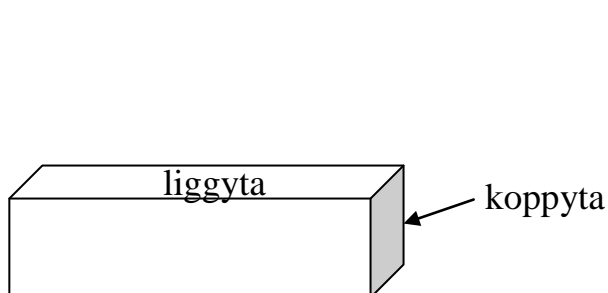
Enligt Byggnadsstyrelsens (1991) undersökning har man inte kunnat påvisa någon skillnad mellan olika tegelkonstruktioner. Dock vidhåller man att grundregeln är att så långt som är möjligt hindra att vatten rinner till eller suggs upp, och att generellt minska vattenexponeringen. Samt att vatten som lyckats tränga igenom avlägsnas så snabbt som möjligt. Det som även framhålls i byggnadsstyrelsens rapport är vikten av ett takutsprång för att minska skadorna på fasaden. Detaljutformning och noggrannhet i detaljer bör anses som ytterst viktigt för att förebygga fuktskador.

Det har tidigare förts fram att en brukfog skulle fungera bättre om de ströks av med ett rundjärn i samband med murningen. Tanken var att bruket skulle pressas mot teglet och fogen då skulle få en konkav utformning, och därmed skulle tätheten öka och vatteninträngningen minska. Detta verkar dock inte stämma enligt en undersökning med ett tämligen stort urval av byggnader i mellan Sverige, där ingen skillnad i skadefrekvens kunde påvisas för denna typ av fog. Att helt förkasta idén med fogstrykning bör man inte göra, dock skulle det behövas utvärderas än mer. Möjligheten är att fogstrykningen på de undersökta byggnaderna utförts felaktigt, men att det skulle skett på nästan samtliga 20 byggnader som undersökts förefaller osannolikt om än möjligt (Byggnadsstyrelsen, 1991).

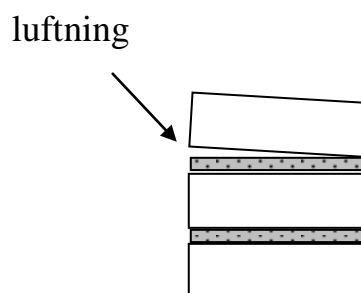
Att tegelmuren förblir blöt stora delar av året är i sig inte farligt. Så länge dräneringen fungerar som den skall och teglet är av en god frostbeständighet är detta inte farligt för konstruktionen. Tegelmuren fungerar fukttekniskt som ett läskapper, den absorberar vatten vid regn och torkar ut under torrperioder (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 1). Dock är det viktigt att säkerställa att fukt inte vandrar inåt i konstruktionen, vilket sker främst i fogarna där sprikor och mikrosprikor lätt uppstår. En väl fungerande luftspalt säkerställer både dränering av rinnande vatten och säkerställer också att fukt inte suggs vidare in till underliggande konstruktion. Att ägna uppmärksamhet åt brukstuggor och nerfallande bruk är därmed av yttersta vikt för att inte underminera luftspaltens funktion.

2.7.10.1 Murningsarbete

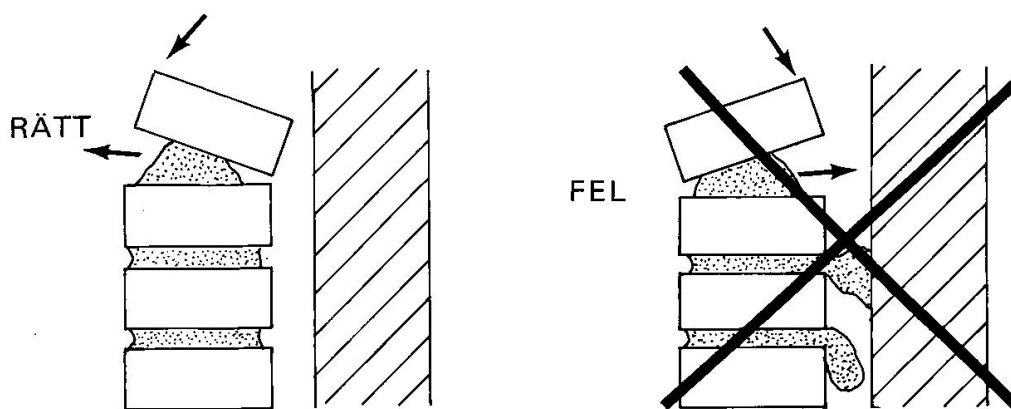
Murningsarbetet är direkt avgörande för fuktsäkerheten i väggen. För att minska på andel byggfukt bör alla byggnadsmaterial skyddas mot nederbörd före användningen, vilket även gäller tegel. Hur teglet läggs på fogmassan har stor betydelse för om brukstuggor och nerfallande bruk uppstår eller ej. Murstenen skall läggas med innerkanten först så att eventuellt överskottsbruk pressas utåt och inte inåt konstruktionen (se figur 20). Murning skall ske med välfyllda fogar på kopyta och på liggyta (se figur 18). Fogen skall komprimeras så att det kommer i kontakt med teglets liggyta så mycket som möjligt för att säkerställa en tät fog (Sandin, 1993). Under murningen skall man också undvika luftning mellan fogen och teglet för att framtid sprickbildning inte skall uppstå, se figur 19 (The art of laying brick, 2009). Placeringen av dräneringen skall alltid luta utåt från konstruktionen. I eventuella fogöppningar installeras insektnät för att hindra skadedjur (Sandin, 1993).



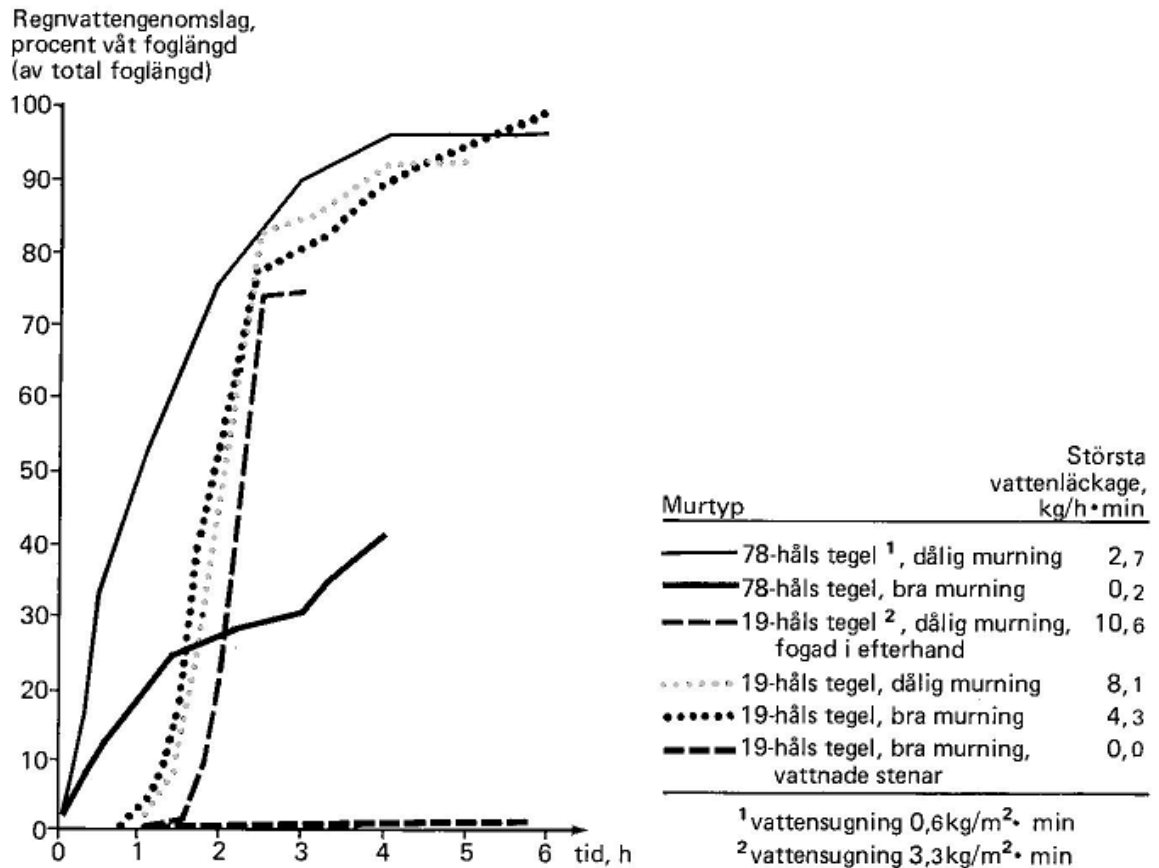
Figur 18: Murning skall ske med välfyllda fogar på kopyta och liggyta



Figur 19: Luftning kan orsaka framtida sprickbildningar



Figur 20: Hur man undviker brukstuggor och nedfallande bruk vid murningsarbetet (Sandin, 1993)



Figur 21: Läckage vid bra respektive dålig murning, slagregnsprov på 1/2-stens tegelmur (Sandin, 1993).

Det är svårt att undvika sprickor i en skalmur och därför är sällan en mur helt tät mot vattengenomträngning. Inverkan av vattengenomträngning beror på vilken typ av tegelsten som valts, kombinationen av murstensens och murbrukets egenskaper, samt på murningstekniken. För att läckage skall uppkomma överhuvudtaget, krävs det att skalmuren är vattenmättad. Vattengenomträngningen ökar om murningen är dåligt utförd, vilket har undersökt av Sandin (1993) där det visade sig att en bra murning visade sig minska vattenläckaget avsevärt (se figur 21).

3 Häckebergaskolan

Häckerbergaskolan byggdes år 1978 och skall nu dels byggas till, men också renoveras då fuktskador påträffats i den gamla byggnaden. Den ursprungliga skolan är uppbyggd av en skalmur av ½-stenstegel, med underliggande träreglar. I denna rapport kommer endast den gamla byggnaden behandlas.

3.1 Uppkomna fuktskador på Häckebergaskolan

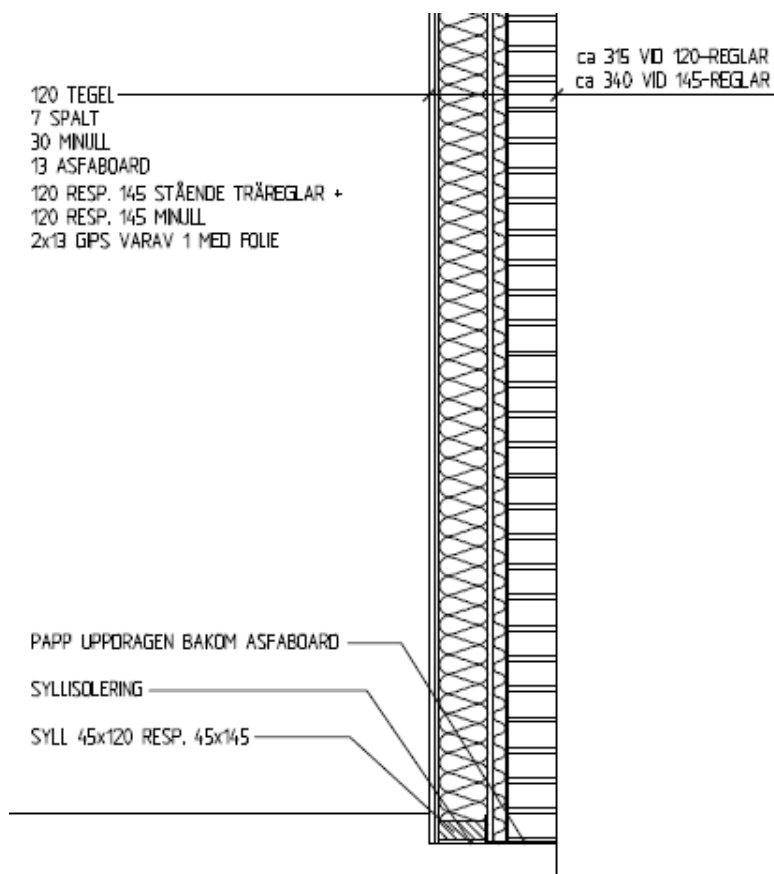
Byggmästare'n i Skåne anlidade en konsultfirma för att undersöka hur pass allvarliga fuktskadorna var. Fuktskador konstaterades på träreglar i ytterreglar, vid de invändiga stuprören samt att det fanns frostsprängt tegel, biologisk påväxt och kalkutfällning på fasaden (se bilaga 4-5 för bilder på några av fasadskadorna).

3.1.1 Orsaker till fuktskadorna

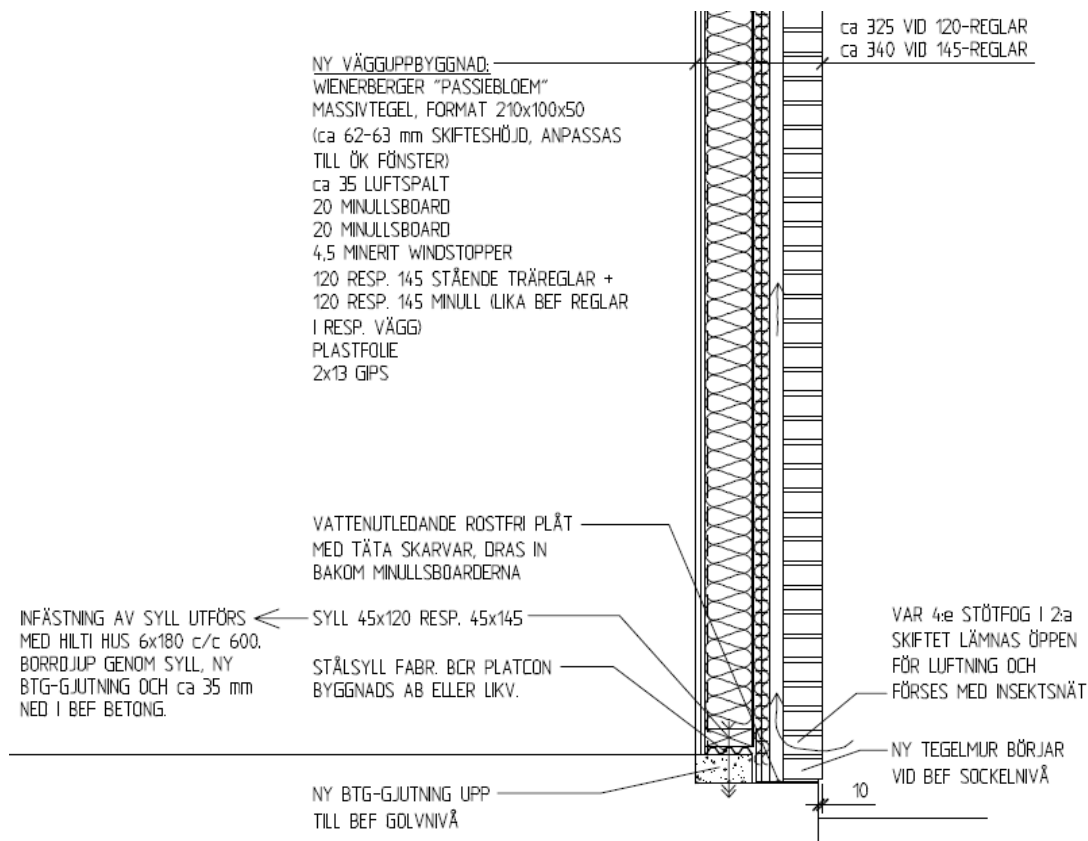
Ingen rapport av konsultfirman som utförde undersökningarna på byggnaden finns tillgänglig. Man hade enligt platschef Pålsson⁶ identifierat ett par möjliga orsaker till de olika fuktskadorna som uppkommit på byggnaden, och följande som presenteras baseras på dessa utlåtande samt en egen analys av skadorna baserat på tillgängliga bygghandlingar⁷ tillhandahållna av Byggmästare'n i Skåne.

⁶ Charlotta Pålsson, platschef Byggmästar'n i Skåne 2011-02-01

⁷ Byggmästar'n i Skåne, bygghandling om- och nybyggnad, nummer A308:101 resp. A308:102, 2011-01-10 (se bilaga 7-8)



Figur 22: Tidigare väggupbyggnad, Håckebergaskolan (Ritning tillhandahållen av Byggmästare'n i Skåne, se bilaga 6)



Figur 23: Ny väggupbyggnad, Håckebergaskolan (Ritning tillhandahållen av Byggmästare'n i Skåne, se bilaga 7)

Den byggnadsdel som hade de mest omfattande fuktskadorna var träregelstommen. Här finns ett par möjliga orsaker till att fuktskadorna kan ha uppkommit. Av ritningarna över den gamla väggen framgår att luftspalten bakom fasadteglet endast var 7 mm tjock. Normal praxis i branschen är idag att göra luftspalten omkring 30-40 mm tjock, och det föreligger stor risk att murbruk tränger igenom och täpper till luftspalten om den görs 10-20 mm samt att det bidrar ringa till ventilationen av väggen (Nevander och Elmarsson, 2008).

I det aktuella fallet har just bruk blivit liggande bakom skalmuren och brukstuggor har uppstått. Vilket medfört att vatten som trängt igenom skalmuren letts direkt in till underliggande konstruktion. Enligt ritningarna (se figur 22) föreskrivs det inte att några stötfogar skall lämnas öppna, men enligt platschefen hade man lämnat stötfogar öppna i nedersta skiktet. Dock har murbruk fallit ner bakom skalmuren och täppt till dessa öppningar, något som gjort att dräneringen inte har fungerat optimalt. Ett vanligt problem som är svårt att komma runt, mer än att det är viktigt att muraren är noggrann vid uppförande av väggen. Att rengöra en befintlig vägg från nedfallet bruk är en besvärlig procedur som innefattar delvis nedmontering av väggen, för att rengöra spalten, och därefter mura upp den på nytt.

På vissa ställen hade man täppt igen luftspalten med en mineralullsskiva, något som kan ha bidragit till att fukt som trängt igenom tegelväggen inte ventilerats bort ordentligt. Mätningar utförda av Carlsson (1989) har visat att fuktkvoten i regelverket tenderar att öka något om man fyller luftspalten med karbamidskum, inte helt olik den mineralullsskiva som fanns i det aktuella fallet. Fasadteglet påverkas inte av en igenfylld luftspalt, utan det är endast en ökning av fuktkvoten i regelverket som kunnat påvisas.

Vad som orsakat frostsprängningen i fasadteglet är i det aktuella fallet något oklart. När det gäller frostsprängningar kan man inte komma ifrån att det ofta beror på bristande tegelkvalité (Carlsson, 1989). I huvudsak är nämligen tegelskalet oberoende av bakomliggande konstruktion och bör ses som en kall mur, därmed påverkar inte heller fukttillståndet i bakomliggande konstruktion skalmuren. Därför tordes frostsprängningar bero på att fuktkvoten varit hög i teglet, och att teglet inte har varit tillräckligt frostbeständigt (Sandin, 2005).

När väl frostsprängningar uppstått, har man tidigare bytt ut enskilda tegelstenar och i denna procedur förstört den underliggande asfaboard, som i första hand var tänkt att fungera som vindskydd men som också hjälpt till att dränera bort vatten som tränger igenom tegelfasaden. Att asfaboarden blivit skadad vid denna åtgärd, beror till stor del på att luftspalten varit så smal.

Hade luftspalten varit bredare hade risken varit betydligt lägre för att man av misstag skulle kommit åt och skadat asfaboarden.

Fuktskador har också uppstått vid de invändiga stuprören. Invändiga stuprör är praktiskt svåra att konstruera så att inte fuktskador uppstår, varför det har skett i det aktuella fallet är inte klart men tordes bero på otillräcklig tätning. Dessa skador behandlas inte närmre här, då dessa inte har någonting med tegelfasaden att göra.

3.1.2 Känd kunskap när skolan byggdes

Att fuktskador uppkommit beror inte på att man medvetet uppfört en dåligt fungerade vägglösning.

Man har istället följt rådande norm för 1978 då byggnaden uppfördes.

Enligt en rapport från Svensk byggtjänst från 1989 identifierade inte den smala luftspalten som en dålig lösning, utan följande står att läsa

”Huruvida luftspalten fungerar eller behövs som ventilationsspalt är omstritt. Det finns många fall, där luftspalten utelämnats eller fyllts med icke kapillärsugande isoleringsmaterial utan att några skador inträffat.” (Svensk byggtjänst, 1989, s. 2).

Detta är precis vad man gjort vid uppförandet av Häckebergaskolan, man har valt att använda sig av en väldigt smal luftspalt bakom muren om 7 mm, vilket lite drygt motsvarar fingermättet muraren behöver för att sätta tegelmuren på plats. I luftspalten har man valt att sätta dit en mineralullskiva, ifall denna ansetts vara icke kapillärsugande är ej känt, men om vi utgår från att den inte var kapillärsugande har man följt rådande standard till punkt och pricka.

Däremot var man välmedveten om brukstuggornas effekt på väggkonstruktionen (Svensk byggtjänst, 1989). Att dessa trots allt uppstått beror på att det är praktiskt kan vara svårt att utföra en murning helt utan brukstuggor, om än inte helt omöjligt (Schultz, 1994). Hade luftspalten varit något bredare hade effekten av brukstuggorna minimerats avsevärt, då brukstuggorna i så fall inte hade täppt till luftspalten helt och hållet, och inte heller legat direkt ann mot asfaboarden. Något som gjort det möjligt för vatten att dels bli stående och framförallt transporterats in direkt till underliggande konstruktion.

Man har bytt enskilda tegelstenar när det har uppstått frostsprängningar och andra skador på enskilda tegelstenar. Något som också var en rekommenderad åtgärd (Svensk byggtjänst, 1989), dock kan man ifrågasätta hur pass noggrann man varit när man bytt ut enskilda tegelstenar, då man skadat den underliggande asfaboarden. Att byta ut enskilda tegelstenar är än idag en åtgärd som praktiseras då frostsprängningar uppstått (Tegelfogen, 2011).

3.1.3 Ny vägguppgbyggnad och dess fuktsäkerhet

Man har valt att uppföra en helt ny yttervägg på de partier där fuktskador påträffats. Den nya väggen skiljer sig starkt från den gamla. Man har flyttat upp öppningarna nertill till andra skiktet nerifrån, detta för att förhindra att nedfallande bruk på baksidan täpper till dessa ventilationsöppningar. Det föreskrivs att var fjärde stötfog lämnas öppen och förses med insiktsnät, något som uppfyller dagens rekommendation (Nevander och Elmarsson, 2008). Man har också tydligt föreskrivet ventilationsöppningar i överkant av skalmuren, något som fanns tidigare också om än ej lika regelbundet och tydligt åsyftat för att ventileras bakom skalmuren.

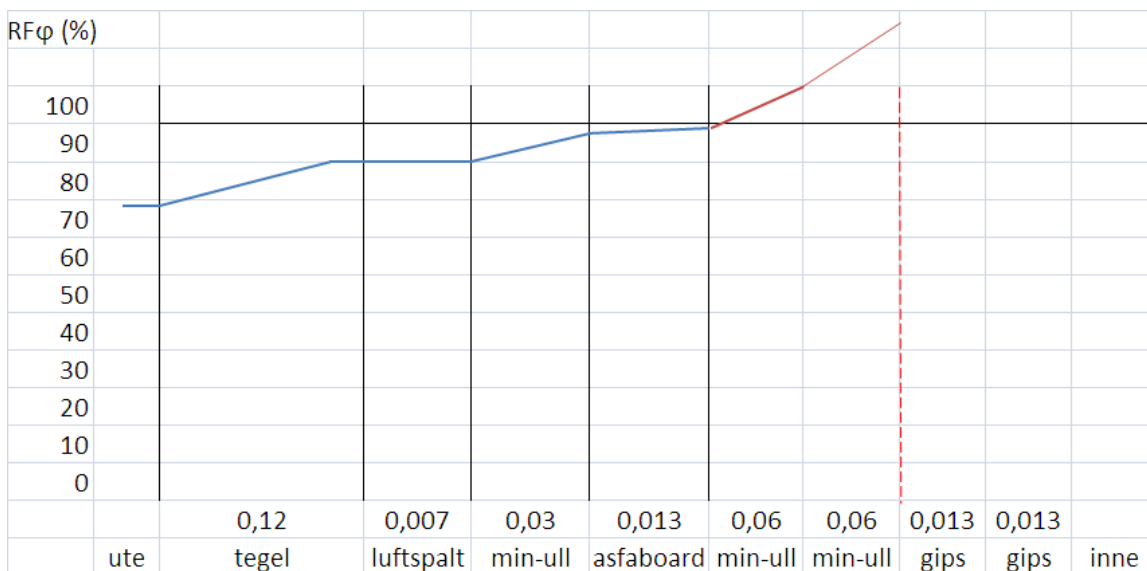
Luftspalten är utökad till ca 35 mm, om muren utförs noggrant och rätt är detta tillräckligt för att dränera bort genomträngande vatten och bidra till ventilationen. Det är också värt att notera att den nya väggen har lika lite isolering som den gamla, något som ökar fuktsäkerheten något. Detta då temperaturfallet inte blir lika högt som om isolertjockleken hade ökats, därmed kommer reglarna att vara något varmare och risken för mögelskador minskar något.

3.2 Häckerbergskolan ånghaltberäkning

En ånghaltsberäkning har utförts för den gamla fasaden. Vi har här borset från inverkan av luftspalten och den ventilation den kan ge. Vilket i den gamla byggnaden stämmer mycket väl med tanke på luftspaltens tjocklek, och det faktum att den varit igentäppt av både bruk och en mineralullsskiva. Denna beräkning är teoretiskt utförd för ett stationärt förhållande, och stämmer därför inte helt överens med praktiken men ger en god överblick över förhållandena i väggen.

Uträkningen visar tydligt att det föreligger en risk att det bli kondens i regelverket (se figur 24). Det visade sig också enligt dessa beräkningar att det är sommarfallet som är värst, och att det vintertiden inte föreligger någon nämnvärd risk att kondensation skulle kunna ske.

Dessa beräkningar visar att det föreligger risk för kondensation vid regelverket, det skall dock betonas att detta är vid värsta tänkbara fall (se bilaga 2-3 för komplett uträkning). De förutsättningar som vi satt upp är då fukthalten är hög i teglet och fasadtemperaturen är 30°C. Att kondensation kommer kunna uppstå i regelverket är något som ofta uppstår. Det viktiga är hur man avleder detta vatten, kan fukten torka ut och dräneras bort kommer inga skador att uppstå.



Figur 24: Relativ fuktighet för respektive skikt i väggen

4 Pålsjöhemmet

Pålsjöhemmet uppfördes kring 1970 och skall nu byggas till och moderniseras. Idag finns där 76 vårdboende platser, när renoveringen och tillbyggnaden är genomförd kommer här att inhysas 126 ettor för korttidsvård. Tanken är att ett annat vårdhem i Helsingborg kallat Kungshult skall kunna stängas.

Tillbyggnaden kommer att utformas med fasader i betong, tegel och skivmaterial, för att arkitektonisk binda ihop med den befintliga byggnaden (Nilsson, 2010). När renoveringen av den befintliga byggnaden skulle påbörjades påträffades asbest som tätningsmaterial, så utöver renoveringen och tillbyggnaden har man blivit tvungen att utföra en asbestsanering.

Byggbeskrivningen⁸ ger lite information som är intressant med tanke på fuktsäkerheten. Den befintliga byggnaden hade några sprickor och frostsprängda fogar vilket blir tvunget att åtgärdas. Dessa skador var dock tämligen få och omfattar endast omkring 30 m². Pågrund av den begränsade omfattningen behandlas dessa skador inte närmare, då det inte går att dra några konkreta slutsatser kring dessa skador med ett så begränsat urval och kan mycket väl bero på enskilt dåliga tegelstenar.

Det som är intressant för denna rapport är de ytterväggar som har en skalmur av tegel. Där teglet är ett massiv tegel från Danmark av fabrikat Petersen tegel som skall ha en frostbeständighetsklass F2, vilket är den högsta klassen och därmed innefattas en garanti om 10 år för frostsador. De underliggande materialen skiljer sig något åt beroende på vilken vägg det rör sig om, de material som förekommer som underliggande material är betong, träreglar respektive stålreglar. Följande stycken bygger på en intervju med platschef Jakobsson⁹ samt oss tillhandhållna bygghandlingar¹⁰.

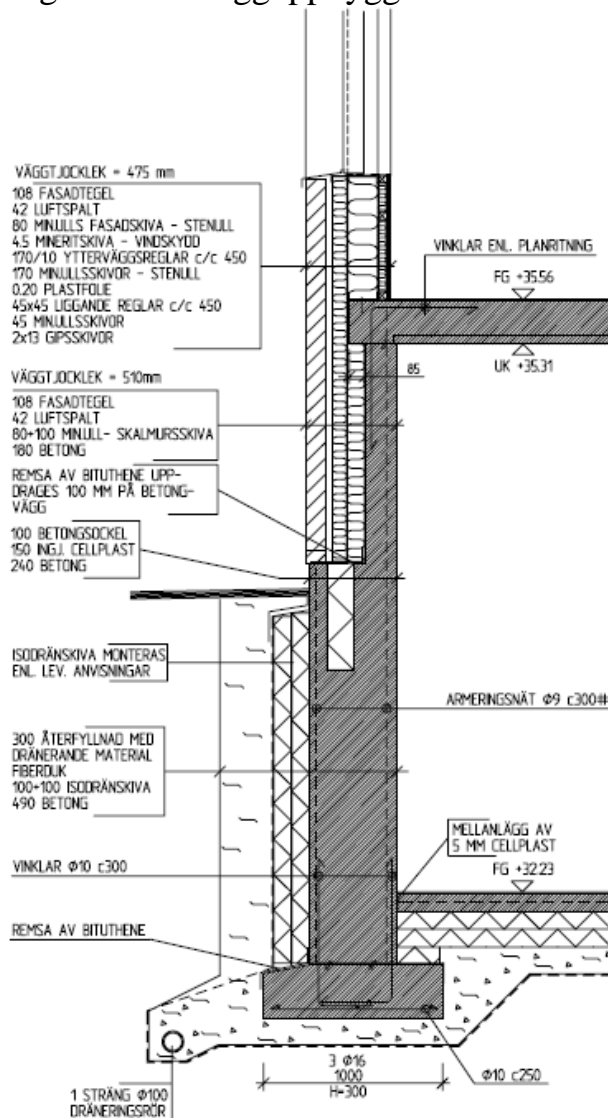
⁸ Creacon HKAB Arkitektavdelningen, PM nr 03 Arkitekt, 2011-09-15, se bilaga 10-11

⁹ Clas Jakobsson platschef Byggmästar'n i Skåne

¹⁰ Byggmästar'n i Skåne, bygghandling om- och tillbyggnad av äldreboende, nummer K-20.2-103, 2010-09-15 (se bilaga 9)

4.1 Ytterväggskonstruktion

Ytterväggarna här är ganska traditionella och följer normal praxis i branschen, se figur 26 för väggupbyggnaden.



Figur 26: Väggupbyggnad med träreglar som underliggande material (Ritning tillhandahållen av Byggmästar'n i Skåne, se bilaga 8)

Det som är intressant att lägga märke till när det kommer till väggkonstruktionen är att man valt en ganska väl tilltagen luftspalt om 42 mm vilket bör vara mer än erforderligt för att ventilera fasaden. Även om Nevander och Elmarsson (2008) anger att luftspalten bör vara 50 mm, efterlevs detta sällan i branschen utan betydligare vanligare är en luftspalt som är ungefär 30-40 mm tjock, därför bör 42 mm betecknas som ganska väl tilltaget.

I nedersta skiftet har man lämnat var fjärde stötfog öppen. Vilket teoretiskt är en väldigt bra lösning, för det säkerställer både god ventilation och dränering. Dock är det praktiskt svårare att genomföra, då nedfallande bruk vid murningen kan täppa till öppningarna i nedersta skiftet.

Ett sätt att komma runt den här problematiken är att flytta upp öppningarna till andra skiktet nerifrån. En lösning som inte är optimal då öppningarna också måste kunna dränera bort vatten som trängt igenom fasadteglet (Sandin, 1991). En lösning som förespråkades av platschefen Jakobsson är att lämna öppningar i både första och andra skiftet. En alternativ lösning som skulle kunna fungera bra är att använda sig av en plåt längs ner och inte anlägga murbruk här utan lämna det delvis öppet, en lösning som måste anses som det fukttekniskt bästa. Denna lösning är dock ej möjlig i det aktuella fallet då man har föreskrivit att en bithuthenematta skall användas, vilket gör att man behöver lämna stötfogar öppna i nedersta skiftet. I och med att man endast föreskrivet öppning av stötfogar i nedersta skiftet är det ytterst viktigt att muraren är noggrann och är aktsam mot nerfallande murbruk.

Övriga konstruktioner ser i princip likadana ut, och endast underliggande material skiljer sig åt, varför dessa inte behandlas närmare här.

5 Stallbyggnad i Kungsbacka

Byggnaden är en stallbyggnad i prefabricerad betong med sockel och fönsterkarm av tegel. Följande stycke baserar sig på stallägare Olssons¹¹ utlåtande och till oss tillhandhållna uppgifter i form av bilder och ritningar från Olsson.

Stallbyggnaden är tänkt att stå kall, och därför finns inget krav på isolering eller dyligt. I ena delen av byggnaden där hästarna hålls finns det vatten indraget, och därför har här monterats värmebläktar som sätter igång om temperaturen skulle närma sig frostgrader. En rimlig uppskattning är att här blir som lägst 3-5 °C. I resten av byggnaden tillåts det bli minusgrader.

Stora problem hade uppstått kring fönstrens infästning samt i nederkant av ytterväggen där vatten har trängt igenom väggen in på baksidan (se figur 28-29). Enligt Olsson beskyllde byggaren uppstådda problem på dåligt tegelkvalité, samt att det skulle vara ett kraftigt undertryck i byggnaden. Enligt tillverkaren, BML, har tester utförts på teglet och det uppfyllde svenskstandard. Att där skulle vara ett kraftigt undertryck i byggnaden, anses vara högst osannolikt, i synnerhet med tanke på att tätskiktet i byggnaden endast består av prefabricerad betong som ej är helt ångtätt.

¹¹ Johnny Olsson, stallägare, intervju 11-04-11



Figur 28: Vattengenomträngning till insidan av väggen vid väggsockel (Olsson, 2011)



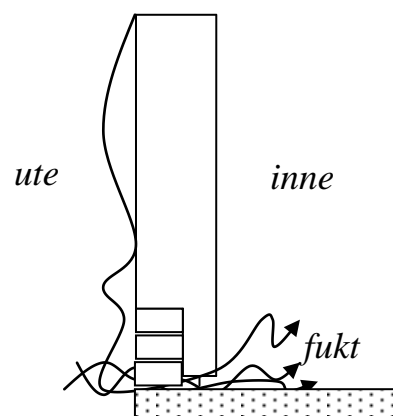
Figur 29: Rinnande vatten på insidan av väggen vid fönster infästning (Olsson, 2011)

5.1 Fönster infästning

Fönstren är infästa på traditionellt vis, och är här omgivna av en tegelram. Själva infästningen av fönstret har heller inte orsakat några problem, utan det är vid teglet runt fönstret som problem uppstått. Vattengenomträngning har uppstått i teglet, då teglet har kapillärt sugit in vatten oförhindrat, vilket har resulterat i rinnande vatten på insidan av väggen (se figur 29). I överkant av tegelramen förekom också en del sprickor i fogen, dock verkar dessa sprickor ej orsakat någon vattengenomträngning, utan all vattengenomträngning verkar här ha skett genom kapillärsugning. Att detta har kunnat ske beror på avsaknaden av ett kapillärbrytande skikt, som vanligtvis är en luftspalt.

5.2 Fasadsockel

Problem har också uppstått vid fasadsockeln. Här har vatten trängt igenom, och på insidan har pölar av vatten uppstått. Orsaken till att en så stor vattengenomträngning har skett, beror här främst på sprickbildning i fogen (se bilaga 11 för bild av sprickbildningen). Även här har teglet obehindrat kunnat suga vatten kapillärt, men detta har här orsakat ringa problem. Kapillärsugningen har gett en blöt tegelsten, men i och med att den ligger direkt mot grunden har inget rinnande vatten uppstått på grund av detta.



Figur 30: Läckage genom fasadsockel

5.3 Lösning

För att åtgärda vatteninträngningen vid fönstret, har man monterat ner fönstren och sågat upp en luftspalt. Detta för att bryta kapillärsugningen. Efter att denna åtgärd har genomförts har de tidigare problemen inte uppstått igen.

För att åtgärda vatteninträngningen vid fasadsockeln har man monterat en dräneringsplåt. Där man blivit tvingad att såga upp betongen och sticka in plåten. Denna dräneringsplåt överbryggas den kraftiga sprickan ovan teglet, och minskar kraftigt fuktbelastningen på teglet (se figur 28).



Figur 31: Dräneringsplåt över fasadsockel för att hindra vatteninträning

5.4 Kommentarer

Det rör sig här om en ur konstruktionssynpunkt väldigt enkel byggnad. Väggen består här av en homogen vägg av prefabricerad betong, där man inför tegeldetaljer av estetiska skäl.

Att skador har uppstått vid tegelfästningar beror på att man inte tagit hänsyn till teglets fuktegenskaper. Enligt ritningar förskrivs en fingerspalt mellan de två skikten av tegel vid fönstren, förutsatt att spalten separerade det inre teglet från det yttre, är det en erforderlig kapillärbrytning. Fuktsäkerheten ökar betydligt om spalten görs något bredare, vilket man även gjort när man åtgärdat problem kring fönster.

Att problem har uppstått beror på okunskap kring teglets fuktegenskaper, något som orsakat stora reparationsåtgärder.

Ur byggnadssynpunkt skall en konstruktion vara väl genomtänkt och ingående materials egenskaper bör beaktas. Betydelsefulla faktorer för fuktsäkerheten skall också anges på ritningar och i beskrivningar eller typlösning .

För att undvika fuktproblem finns två principiellt viktiga aspekter. Antingen minskar man fuktpåverkan eller använder fuktsäkra material. En grundförutsättning för att väggen skall fungera ur fuktsynpunkt är att det vatten som kan tänkas trängas igenom kan ledas ut igen.

I aktuellt fall har man använt sig av fuktsäkra material, men inte tagit hänsyn till vad som händer ifall vatten tränger igenom.

6 Diskussion

Det är intressant att lägga märke till att även om skador på skalmuren uppstår skyddar den ofta underliggande material tillräckligt för att förhindra fuktskador. Vid frostsador blir påverkan oftast rent estetiskt och är inte skadlig ur konstruktionssynpunkt. Håligheter och sprickor är de skador på själva teglet som innebär störst risk för att skada underliggande konstruktion, men är luftspalten och dräneringen bakom utförd på korrekt vis kommer påverkan av dessa också bli minimall. Det är här viktigt att poängtera vikten av luftspalten som ett dränerande och kapillärbrytande skikt för väggen. Uttorkningsmöjligheten i spalten via luftkonvektion är väldigt låg, och är för skalmuren oväsentligt. Det förekommer dock uppgifter om att uttorkningen kan vara betydligt högre än vad vi har redovisat här, vilket skulle medföra att uttorkningen av teglet i större utsträckning är beroende av luftspalten.

För underliggande material är ventilationen via luftspalten väldigt viktig (något som ej undersökts i denna rapport). Med tanke på den viktiga dränering har för en välfungerande skalmur, måste dräneringsöppningar till i nedersta skiftet av muren. Något som inte alltid sker, då man ibland lyfter upp öppningarna till andra skiktet. En åtgärd som säkerställer ventilationen, men omöjliggör en välfungerande dränering. Därför måste man öppna antingen stötfogarna även i nedersta skiftet, eller säkerställa dräneringen på annat vis till exempel via dräneringsrör. Det viktigaste är att dränering i nederkant är möjlig, annars kan vatten bli stående i nederkant bakom skalmuren.

Brukstuggor och nerfallande bruk är de två ur fuktsynpunkt farligaste felaktigheterna i skalmursuppförningen. Dessa två fenomen gör det möjligt för vatten att vandra direkt in till underliggande konstruktioner, samt även helt förhindra ventilationen i luftspalten. Brukstuggor undviks med enkelhet genom att bredda luftspalten, en åtgärd som däremot ökar risken något för att bruk skall falla ner och täppa till dräneringsöppningarna i nederkanten. Varför en balansgång förespråkas, där luftspalten görs bred men inte alltför bred. En bredd om 50 mm som ibland förespråkas måste anses vara något väl tilltaget, en luftspalt någonstans mellan 30-40 mm tordes vara en lämplig bredd.

Det är möjligt att skapa i princip helt torr vägg, genom vattenavvisande impregneringar. Något som fungerar väldigt bra, men man skall vara medveten om att även om dessa impregneringar ger goda resultat kommer inte tegelväggen bli 100 % vattentät. Därför är det att rekommendera att man inte förlita sig till dessa impregneringar vid nyproduktion, utan nyttjar dessa medel för att åtgärda skalmurar som påvisar fuktproblem. Då är ofta dessa medel en bra och relativt billig åtgärd för att förhindra fortsatta fuktproblem. Det är här ytterst viktigt att åtgärda sprickor och säkerställa att fukt inte påförs bakifrån

eller underifrån, då fukthalten i dessa fall faktiskt kan bli högre efter impregneringen. Det har på senare tid dykt upp flera nya preparat som påstås vara diffusionsöppna som ej har behandlats närmare här, utan en fördjupningsstudie inom dessa skulle vara lämpligt för vidare studier i ämnet.

Att helt eliminera kondensrisk vid ångspärren är svårt. Detta då murväggen kan nå en yttemperatur på upp till 40°C på grund av solstrålningen, vilket i sin tur ger en hög spalttemperatur och fuktvandring inåt väggen kommer att ske (under förutsättning att fasadteglet är blött). Att utöka bredden på luftspalten ger en positiv inverkan då ventilationen ökar och det finns möjlighet att fukten torkar ut. Andra åtgärder kan vara möjliga för att eliminera eller minska kondensrisken, men har inte behandlats i denna rapport och är också lämpliga för vidare studier.

Som exemplet med Häckebergaskolan visar är det möjligt att dagens kunskaper inte säkerställer en välfungerande byggnad på sikt. Den energieffektivisering som ställs som krav från boverket, gör att vi får fukt känsligare byggnader. De yttersta reglarna kommer att riskera att mögla, i de fall man tvingas utöka isolertjockleken. Därmed kommer det bli ytterst viktigt att säkerställa att fasadmaterialet minskar fuktbelastningen så långt som möjligt. Då tegel tillåter att fukt tränger igenom, kan det bli aktuellt att än fler byggnader impregneras i framtiden för att åtgärda fuktskadade ytterväggar.

Stallbyggnaden i Kungsbacka visar tydligt hur viktig lufspalten är som ett kapillärbrytande skikt. När luftspalten utelämnades här hade vatten sugits kapillärt in till insidan av väggen där det runnit ner längs väggen. Även möjligheten för vatten att tränga igenom sprickor illustreras tydligt här, där vatten runnit på insidan av väggen. Det är av yttersta vikt att man i förväg analyserar och utför nödvändiga beräkningar, för att undvika sådan här problem.

De fallstudier som här utförts är något begränsade då dessa utförts under en relativt kort tidsperiod. För att empiriskt fastställa resultaten skulle undersökningarna behövas göras för en längre tid, med uppföljningsstudier. I synnerhet Pålsjöhemmet skulle behövas följas upp med ytterligare mätningar. Dock stämmer framkomna resultat väl överens med tidigare dokumenterad teori, och därmed kan slutsatserna i denna rapport anses vara fast grundade. De försök och rapporter som finns tillgängliga är de flesta grundade på försök och observationer för tegelfasader på 1980- och 1990-talet, vilket kan tyckas något förlegat. Dock fungerar tegel idag på samma vis som då, det finns heller inget som tyder på att tegel skulle fungera sämre idag än förr.

7 Slutsatser

En skalmur kommer att stå blöt under längre perioder, och skalmuren fungerar efter ”läskpappersprincipen”, det vill säga den tillåts bli blöt och tillåts torka ut senare. Man måste därför alltid räkna med att en skalmuren kommer att vara vattenmättad då man dimensionerar väggen.

För att skydda underliggande material är en välfungerande luftspalt av yttersta vikt, då den fungerar kapillärbrytande, dränerande och ventilerande. Så länge luftspalten fungerar väl, kommer underliggande konstruktion att vara skyddad. Själva tegelfasaden är dock oberoende av luftspalten, men för väggen i helhet är luftspalten av ytterst vikt. Skulle underliggande material vara oorganisk, kan luftspalten utelämnas, dock skall man ta hänsyn till att tegel kommer att suga vatten kapillärt. Det är då viktigt att säkerställa att kapillärbrytning sker på annat vis, annars föreligger det en risk att vatten sugts till insidan av väggen. En fingerspalt kan mycket väl vara tillräckligt för att agera kapillärbrytande.

Tegel är i sig själv oorganiskt och reagerar inte nämnvärt på fukt och konstruktionsmässigt påverkas inte tegel något nämnvärt av fukt. De skador som kan uppstå på teglet som härrör från fukt är främst av estetisk betydelse. De vanligaste fuktskadorna är frostsprängt tegel, kalkutfällningar, saltutfällningar samt biologisk påväxt. Åtgärderna för dessa skador skiljer sig något åt, om man nu önskar åtgärda dem. Vid frostsprängning måste teglet bytas ut, antingen de enskilda stenarna eller hela murväggen. Vid kalkutfällning, saltutfällning samt biologisk påväxt, tvättas och skrubbas väggen ren. Skulle skadorna återkomma kan behandlingar med preparat bli nödvändiga.

Skador och felaktigheter som kan öka vatten- och fuktgenomträngningen i skalmuren och potentiellt skada underliggande konstruktioner kan också uppstå. Vanligast och potentiellt farligast är brukstuggor och nerfallande bruk i luftspalten, som möjliggör att vatten leds direkt in till underliggande konstruktion. Andra vanliga skador är sprickor, håligheter och mekanisk påverkan, gemensamt för dessa är att läckaget genom väggen ökar. Viktigast för att motverka dessa typer av skador är ett bra murningsarbete från början. Där brukstuggor, nerfallande bruk, sprickor och håligheter i mångt och mycket kan undvikas helt. För att åtgärda nerfallande bruk och brukstuggor, måste en ommurning till, antingen delvis eller fullständig, för att kunna rensa luftspalten.

För att förebygga att skador återuppstår när de väl uppkommit, råder den allmänna rekommendationen att minska på fuktpåfrestningen. Detta kan åstadkommas genom en ommurning, vattenavvisande impregnering eller

påförning av en tjock puts. Att åtgärda fogar och därefter använda en vattenavvisande impregnering en bra lösning och förhållandevis billig. Ommurning är den åtgärd som anses vara säkrast, om den utförs på rätt vis, men är förhållandevis dyr. Att påföra en tjock puts fungerar väldigt bra, men ändrar byggnadens estetiska uttryck, och innebär i princip att man byter fasadmateriäl.

Det kan till sist konstateras att tegel är ett välfungerande fasadmateriäl som använts i flera generationer. Precis som med alla materiäl finns det för och nackdelar med tegelfasader, men utförs väggen på ett korrekt vis kommer väggen att fungera bra ur fuktsynpunkt.

8 Referenser

Boverket. (2008). *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Regelsamling-for-byggande-BBR-20081/>> (2011-04-07)

Burström, B-G. (2007). *Byggnadsmaterial: uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur

Byggnadsstyrelsen (1991). *Tegelbyggnader – skador på ytterväggar*. (Byggnadsstyrelsen informationer T:132). Stockholm: Byggnadsstyrelsen.

Carlsson, T. (1989). *Frostskadade Skalmurar – En fältmätning av fuktstatus och skadeutveckling hos skalmurar* (Inst. för Byggnadsteknik, Byggnadsfysik. Lunds Tekniska Högskola. TVBH-301)

Falk, J. (2010). *Ventilerad luftspalt i yttervägg – Luftomsättningar och konvektiv fukttransport*. Lic.avh. (Avd. Byggnadsmaterial Lunds Tekniska Högskola. TVMB-3155)

Gustavsson, T. (2008). *Moderna tegeldetaljer – Med teglets materialitet som utgångspunkt*. Stockholm: Arkitekternas forum för forskning och utveckling. (Skrift, 58)

Loughran, P. (2007). *Failed Stone – Problems and solutions with concrete and masonry*. Basel: Birkhäuser

Luleå kommun. (2011). *Svaveldioxid*. (Elektronisk). Tillgänglig:<<http://www.lulea.se/forinvanare/miljomatochhalsa/luftkvalitetsmatning/svaveldioxidtakmatningsenasteveckan.4.7760c476117ca374afa80008798.html>> (2011-04-20)

Nevander L-E & Elmarsson B (2008). *Fukthandbok – praktik och teori*. Mölnlycke: Elmanders Sverige AB.

Nilsson, J. (2010). *Pålsjöhemmet växer och Kungshult frigörs*. (Elektronisk) HD.se. Tillgänglig: <<http://hd.se/helsingborg/2010/05/29/palsjohemmet-vaxer-och-kungshult/>> (2011-04-04)

NSIAB (Nordisk Stenimpregnering AB). (2011). *Vanligt förekommande skador orsakade av miljön*. (Elektronisk). Tillgänglig: <http://nsiab.se/anvand_skador_naturliga.php#nogo> (2011-04-27)

Rirsch, E & Zhang, Z. (2010). Rising damp in masonry walls and the importance of mortar properties. *Construction and Buildings Materials*. Volym 24, nummer 10, ss 1850-182.

Sandberg, B., Ahlström, J., Tidblad, J & Sederholm, B. (2009). *Korrosion på stål i betong i kylvattenvägar. Delprojekt 3 –Korrosion på stål i vattenmättad betong*. Elforsk rapport 10:84

Sandin, K. (1991). *Skalmurskonstruktionens fukt- och temperaturbetingelser*. (Byggeforskningsrådet. R43 :1991)

Sandin, K. (1993). *Skalmur med träregelstomme*. (Byggeforskningsrådet. T10:1993)

Sandin, K. (1995). *Utvändig ytbehandling av puts och murverk*. (Byggeforskningsrådet. T13:1995)

Sandin, K. (1996). *Vattenavvisande fasadimpregnering – Inverkan av sprickor*. (Avd. Byggnadsmaterial Lunds Tekniska Högskola. TVMB-3073)

Sandin, K. (2003). *Vattenavvisande impregnering – fullskaleförsök 1992-2002 Slutrapport*. (Avd. Byggnadsmaterial Lunds Tekniska Högskola. TVMB-3109)

Sandin, K. (2005). *Fasader*. (Elektronisk). Tillgänglig: <http://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/PDF-filer/Infodag2005/Fasader_Kenneth_Sandin.pdf > (2011-04-07)

Schultz, O. (1994). *Bärande murverk i modernarkitektur – en idéskrift*. Stockholm: Arkitekternas forum för forskning och utveckling

SP Sveriges forskningsinstitut 1. *Olika typer av fasadbeklädnad*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.fuktsakerhet.se/sv/delar/vaggar/utfackning/fukttekn/fasadbekl/Sidor/default.aspx#tegel>> (11-04-14)

SP Sveriges forskningsinstitut 2. *Fuktteknisk bedömning. Yttervägg – regelvägg med fasadbeklädnad*. (Elektronisk). Tillgänglig:

<<http://www.fuktsakerhet.se/sv/delar/vaggar/utfackning/fukttekn/Sidor/default.aspx>> (11-04-15)

Svensk Byggtjänst & SABO. (1989). *Ytterväggar – Fuktskador i skalmurar* (Åtgärder 2:2)

Sveriges Byggindustrier. (2006). *Undvik misstag i murat och putsat byggande*. Malmö: FoU Syd, Sveriges byggindustrier.

Tegelfogen. *Fasadskador*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.tegelfogen.se/skador.html>> (11-04-08)

The art of laying brick. (2009). (Elektronisk). Filmklipp | Tillgänglig: <<http://www.youtube.com/watch?v=lORIZ1shRIM&feature=related>> (11-04-19)

Wadsö, L. (1986). *Luftrörelser i skalmursspalter*. (Examensarbete, Avd. Byggnadsmateriallära Lunds Tekniska Högskola. TVBM-5009)

9 Bilagor

- Bilaga 1 Medelvärden av relativ luftfuktighet och ånghaltsskillnad mellan spalt och utomhus
- Bilaga 2 Ånghaltberäkning för Häckebergaskolan för sommar perioden
- Bilaga 3 Ånghaltberäkning för Häckebergaskolan för vinter perioden
- Bilaga 4 Biologisk påväxt på Häckebergaskolan första februari 2011
- Bilaga 5 Kalk utfällning, frostsprängning och biologiska påväxt på Häckebergaskolans murvägg 1 februari 2011
- Bilaga 6 Bygghandling Häckebergaskola Befintliga förhållande
- Bilaga 7 Bygghandling Häckebergaskolan Ombyggnad
- Bilaga 8 Bygghandling Pålsjö hemmet nybyggnad
- Bilaga 9 Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 2/105
- Bilaga 10 Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 28/105
- Bilaga 11 Sprickbildning på fasadsockel i Kungsbacka 11 april 2011

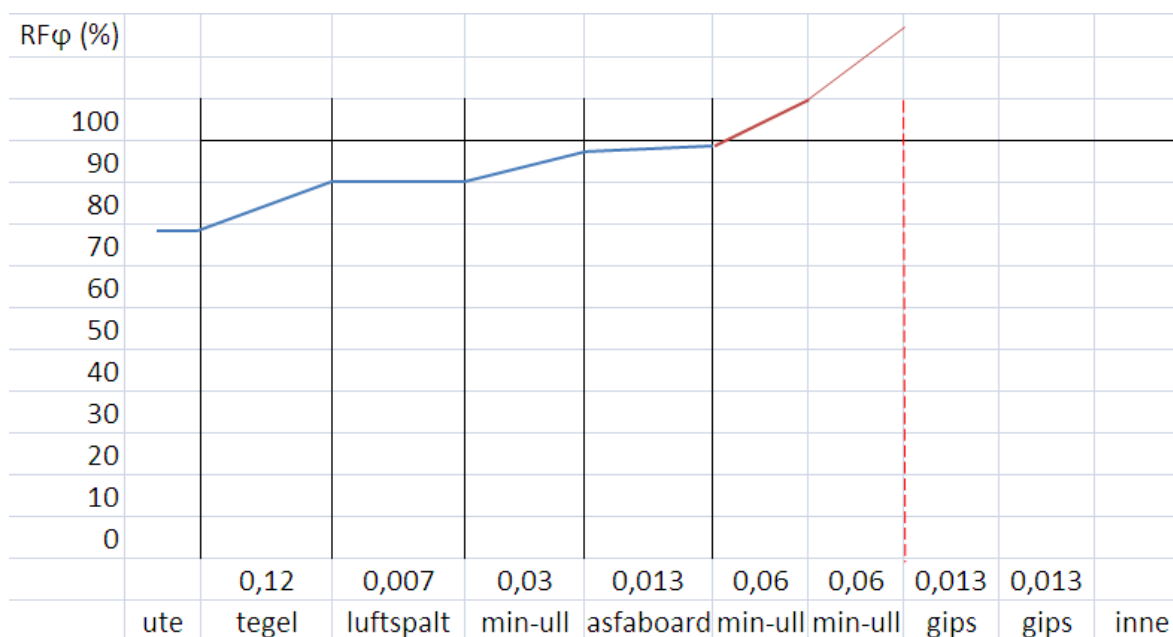
9.1 Bilaga 1: Medelvärden av relativ luftfuktighet och ånghaltsskillnad mellan spalt och utomhus

Mätperiod	Relativ fuktighet(%)			Ånghaltsskillnad(g/m ³)	
	Ute	SV1	SV5	SV1-ute	SV5-ute
28/3 – 5/4	70	85	61	3,5	1,4
6/4 – 15/4	77	85	65	2,9	1,2
16/4 – 25/4	67	75	62	2,9	1,4
6/5 – 15/5	64	67	62	2,4	1,5
16/5 – 25/5	59	63	57	2,9	1,7
26/5 – 2/6	64	60	57	2,1	1,4
12/8 – 18/8	-	66	65	0,4	-0,2
3/10 – 11/10	84	64	63	0,3	0
12/10 – 21/10	96	76	74	0,3	-0,3
1/11 – 10/11	96	80	76	0,6	0
11/11 – 20/11	98	89	86	0,7	0,3
21/11 – 30/11	95	92	90	1,3	0,8
Medelvärde	79	76	69	1,7	0,8

Medelvärden av relativ luftfuktighet och ånghaltsskillnad mellan spalt och utomhus, 1987(Sandin, 1991)

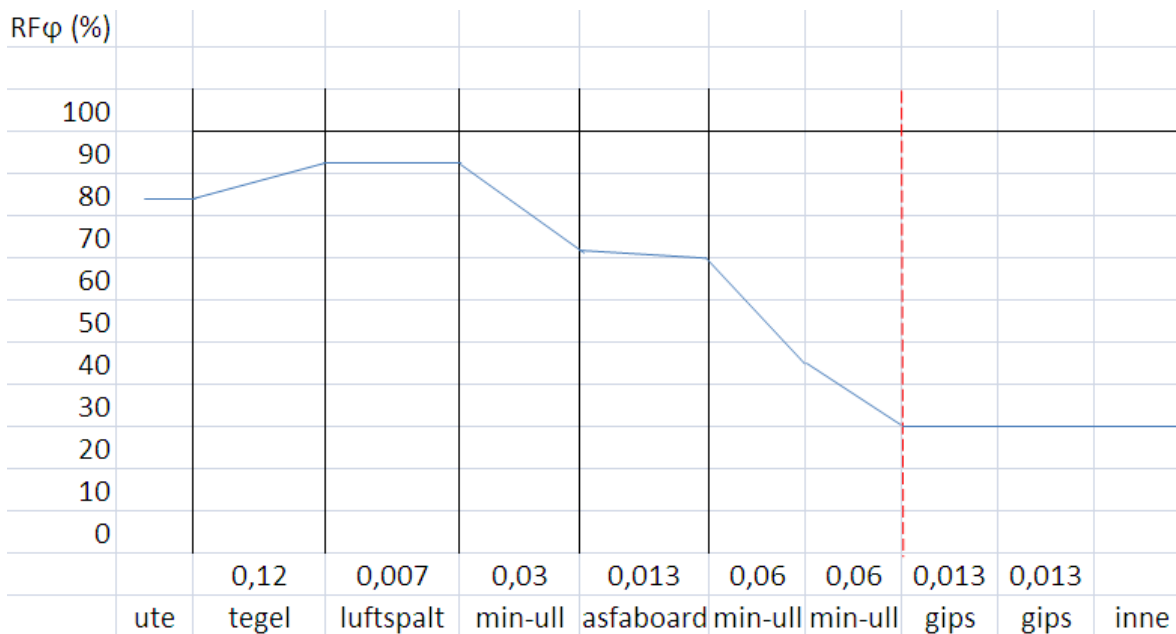
9.2 Bilaga 2: Ånghaltberäkning för sommar perioden

Skikt	d (mm)	λ (w/mk)	R (m ² K)/w	ΔT (°C)	T (°C)	$v_{s(ca)}$ (g/m ³)	δ (m ² /s)	Z (s/m)	Δv (g/m ³)	v (g/m ³)	RF (%)
					30,0	30,31				23,6418	78
Ute			0,04	-0,06573	29,9	30,14					
Tegel	0,12	0,6	0,2	-0,32867	29,6	29,66	0,000005	24000	-0,05124		
Spalt	0,007				29,6	29,66	0,000025	280	-0,0006	26,69	90
Min-ull	0,03	0,042	0,714286	-1,17382	28,4	27,78	0,00002	1500	-0,0032	26,69	96
Asf-Board	0,013	0,065	0,2	-0,32867	28,1	27,33	0,0000002	65000	-0,13877	26,55	97
Min-ull ₁	0,06	0,042	1,428571	-2,34763	25,8	24,06	0,00002	3000	-0,0064	26,55	110
Min-ull ₂	0,06	0,042	1,428571	-2,34763	23,4	21,02	0,00002	3000	-0,0064	26,54	126
Folien								2000000			
Gips	0,013	0,22	0,059091	-0,09711	23,3	20,9		2700			
Gips	0,013	0,22	0,059091	-0,09711	23,2	20,78		2700			
Inne			0,13	0,213635	23,0					6,90	40
Summa	0,316		4,25961					2102180	4,488		



9.3 Bilaga 3: Ånghaltberäkning för vinterperioden

Skikt	d (mm)	λ (w/mk)	R (m ² k)/w	ΔT (°C)	T (°C)	V_s (ca) (g/m ³)	δ (m ² /s)	Z (s/m)	Δv (g/m ³)	v (g/m ³)	RF (%)
					0,0	4,84				4,0656	84
Ute			0,04	0,19317							
					0,2	4,91					
Tegel	0,12	0,6	0,2	0,96585			0,000005	24000	0,012756		
					1,2	5,22				4,85	93
Spalt	0,007						0,000025	280	0,000149		
					1,2	5,22				4,85	93
Min-ull	0,03	0,042	0,714286	3,449465			0,00002	1500	0,000797		
					4,6	6,52				4,86	74
Asf-Board	0,013	0,065	0,2	0,96585			0,0000002	65000	0,034546		
					5,6	6,98				4,89	70
Min-ull ₁	0,06	0,042	1,428571	6,898931			0,00002	3000	0,001594		
					12,5	10,72				4,89	46
Min-ull ₂	0,06	0,042	1,428571	6,898931			0,00002	3000	0,001594		
					19,4	16,1				4,89	30
Folien								2000000			
Skikt	d (mm)	λ (w/mk)	R (m ² k)/w	ΔT (°C)	T (°C)	V_s (ca) (g/m ³)	δ (m ² /s)	Z (s/m)	Δv (g/m ³)	v (g/m ³)	RF (%)
					0,0	13,01375				5,6436	102
Inne			0,13	0,219731							
					20,0	17,28				5,18	30
Summa	0,29		4,141429					2096780	1,11		



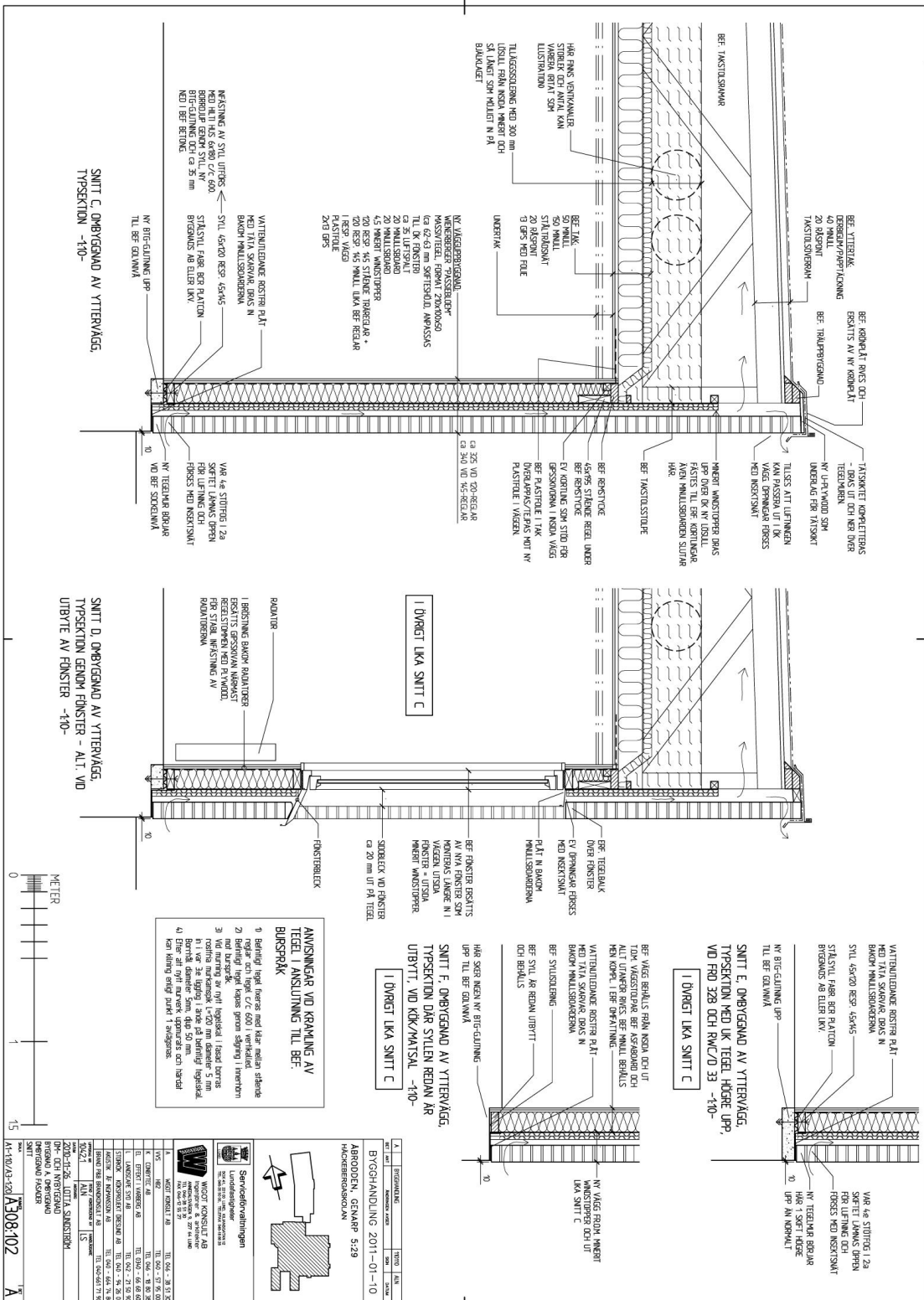
9.4 Bilaga 4: Biologisk påväxt på Härkebergskolan 1 februari 2011



9.5 Bilaga 5: Kalk utfällning, frostsprängning och biologiska påväxt på Häckebergaskolans murvägg 1 februari 2011



9.7 Bilaga 7: Bygghandling Häckebergaskolan Ombyggnad



9.8 Bilaga 8: Bygghandling Pålsjö hemmet nybyggnad

SEKTION A03, 120

SEKTION B03, 120

SEKTION C03, 120

SEKTION D03, 120

DETALJ A03, 110
SVEPSRÄTT TYP SVR1
STANDARDEN SVS 2

DETALJ B03, 110
KORNA TYP A
STANDARDEN SVS 2

DETALJ C03, 110
KORNA TYP B
STANDARDEN SVS 2

DETALJ D03, 110
KORNA TYP B
STANDARDEN SVS 2

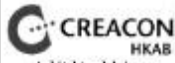
KÄRNFASTIGHETER
BYGGHANDLING
PÅLSJÖ SÄMNING 2, HELSINGBORGES STAD

AKERMANS
BYGGNADSBYRÅ

BYGGNADSBYRÅ AKERMANS
SVEPSRÄTT TYP SVR1
KORNA TYP A
KORNA TYP B

14-201-15-140 K-202-103

9.9 Bilaga 9: Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 2/105

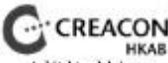
 <p>Arkitektavdelningen Box 505 301 80 Halmstad Tel. 035 – 16 03 00 Fax. 035 – 21 09 81</p>	Dokument	Siknr	
	0	SAMMANSATTA BYGGDELAR OCH INSTALLATIONSSYSTEM	
Status BYGGHANDLING	Projektnamn	Handläggare	Ansvarig
	Kämfastigheter Pålsjö sjukhem 2 Pålsjöhemmet, om- och tillbyggnad Projekt nr 92091 / 1620	AT	CR
Kod	Text	Projektnr	62282-09494
		Datum	2010-06-01
		Rev. dat	Rev
		2010-09-15	A

01.SC	<p>Ytterväggar, sammansatta</p> <p>Ytterväggar i bef byggnad skall tilläggsisoleras invändigt, hela väggarna, samt utvändigt vid skivbeklädnad och träpanel, se K- och A-ritningar</p> <p>I bef. byggnad plan 09, gäller även Rönnbäcksskolans lokaler, skall bef tryckimpregnerade syllar bytas ut mot stålsyllsystem, fabr BCR-Platcon Byggnads AB el likv. Arbete skall utföras från insida vägg. Isolering (luktskadad) närmast syll bytes. Vägg återställs med yttskikt lika bef. Byte av 70 m syll skall ingå i anbudet. Reglerbar mängd enl AF-del.</p> <p>Bef byggnads tegelfasader har sprickor och frostsprängningar i fogar. Det åligger entreprenören att inventera omfattning och i samråd med beställaren bestämma omfattning av åtgärder.</p> <p>I anbud skall ingå</p> <ul style="list-style-type: none"> - Omfogning av skadade fogar i bef tegelfasad ca 30 m² - Utbyte av rostskadad armering och omfogning bef tegelfasad 30 m² <p>Reglerbar mängd enl AF-del.</p> <p>I bef byggnad, trappa 09044, finns fuktskada i yttervägg, troligen orsakad av spricka vid utvändigt trappa. Spricka lagas/fogas och tätas mot fukt.</p> <p>Fuktskada i nederdel av yttervägg i 09006 mot 09004 utreds vidare och åtgärdas.</p> <p><i>Toleranser</i></p>
01.SF	<p>Bjälklag, sammansatta</p> <p>Lagningar/igensättningar i bjäl efter rivningar/håltagningar för installationer skall utföras med material lika bef.</p>
01.SG	<p>Yttertak och ytterbjälklag, sammansatta</p> <p>Lagningar/igensättningar i yttertak efter demonterade installationer, huvar etc skall lagas med material lika bef.</p>
01.SH	<p>Trappor, sammansatta</p>
01.SJ	<p>Balkonger, sammansatta</p>
01.SZ	<p>Övriga sammansatta byggdelar i hus</p>

Dokumentidentifikation
)

© AB Svensk Byggtjänst 2007

9.10 Bilaga 10: Byggbeskrivning Pålsjö hemmet sid 28/105

 <p>Arkitektavdelningen Box 505 301 80 Halmstad Tel. 035 - 16 05 00 Fax. 035 - 21 09 81</p>	Dokument	Sidnr 28(105)	
	B FÖRARBETEN, HJÄLPARBETEN, SANERINGSARBETEN, FLYTTNING, DEMONTERING, RIVNING, RÖJNING M M	Handlaggare	Ansvarig
Status	Projektnamn	AT	CR
BYGGHANDLING	Kärnfestigheter	Projekt nr	
Kod	Pålsjö sjukhem 2	62282-09494	
Text	Pålsjöhemmet, om- och tillbyggnad	Datum	
	Projekt nr 92091 / 1620	2010-06-01	
		Rev.dat	Rev
		2010-09-15	A

Rörelsefogar, dilatationsfogar
Dilatationsfogar ska utföras vid balkonger, framgår av fasadritningar.

KVALITETSKRAV PÅ FÄRDIGT MURVERK

FSG MURVERK AV TEGEL I HUS

MATERIAL-OCH VARUKRAV

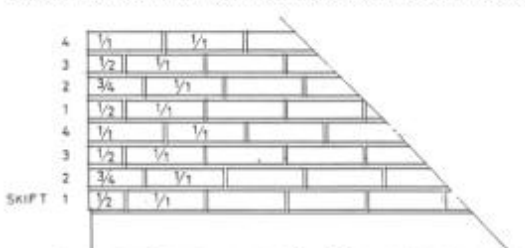
Fasadtegel tillbyggnad ska vara DNF format 228x108x54 typ D49, Fabr. Petersen tegl
Murbruksklass ska vara B och klass A vid armerat murverk.
Fog skall vara KT 3020S

Fasadtegel sophus skall vara Fabr. Wienerberger, Haga Fasadtegel, Röd spånad NF, Fog likt bef. sophus
Murbruksklass ska vara B och klass A vid armerat murverk.

Tegel skall vara av frostbeständighetsklass F2 (högsta klass).
Garanti på 10 år för frostbeständighet skall lämnas.

UTFÖRANDEKRAV

Synligt murverk muras med stenar blandade från flera lastpallar.
Förbandstyp ska vara sönderjydskt förband, se bild nedan.
Fogtyp ska vara Slät
Synlig smyg över väggöppning ska utföras med massivt tegel.
Synlig smyg över väggöppning ska utföras med massivt tegel.
Skifteshöjd, se A-ritningar, skifthöjd anpassas till fönster- och dörröppningar.



Dokumentidentifikation

1

© AB Svensk Byggtjänst 2007

9.11 Bilaga 11: Sprickbildning på fasadsockel i Kungsbacka 11 april 2011

