

KALLVINDAR – BYGGTEKNISKA LÖSNINGAR FÖR KALLVINDAR I SMÅHUS

Högskoleingenjörsutbildning i Byggt teknik

Oguzcan Kaya
Pa-Sinneh Sankoh



HÖGSKOLAN I BORÅS

Program: Byggingenjörprogrammet

Svensk titel: Kallvindar – Byggtekniska lösningar för kallvindar i småhus

Engelsk titel: Cold attics – Construction technology solutions for cold attics in small houses

Utgivningsår: 2026

Författare: Oguzcan Kaya, Pa-Sinne Sankoh

Handledare: Kimmo Kurkinen

Examinator: Amir Sattari

Förord

Efter en spännande sista period av utbildningen Byggnadsingenjör (180 hp) på Högskolan i Borås blir examensarbetet avslutningsskedet. Det har varit en fröjd för oss att ta del av den breda kunskapskanalen som använts i detta forskningsarbete.

Vi vill utlysa ett extra stort tack till vår handledare Kimmo Kurkinen och Johanna Persson för engagemang, förtroende, feedback och vägledning under arbetets gång. Vi vill även rikta ett stort tack till samtliga respondenter som deltagit i undersökningen.

Borås, 2026

Oguzcan Kaya
Pa-Sinne Sankoh

SAMMANFATTNING

Rapporten har genomförts i ett projekt som stöds av Gunnar Ivarsons stiftelse för hållbart samhällsbyggande. Syftet är att undersöka olika småhustillverkares byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar. Utformningen och kvaliteten av kallvindskonstruktioner har förändrats med åren. Största förändringen har varit beståndsdelarnas värmemotstånd och lufttäthet. Isoleringmaterialen har utvecklats över tid samtidigt som användning av isolering på vindbjälklaget ökats. Rapportens undersökning visade att 46 % av småhustillverkarna känner sig tryggast med den traditionella utformningen av en kallvind.

I en tidigare undersökning som utförts av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) 2004, har det upptäckts att risken för mögelpåväxt på vinden, minskar när den relativa fuktigheten reduceras i vindsutrymmet. Reduceringen sker vid ökning av temperaturen i vindsutrymmet genom minimering av ventilationen. Detta ska minska de traditionella skador som sker i vindsutrymmet.

Det finns flera faktorer som påverkar kallvindars klimat. Beroende på om vindsutrymmen är ventilerade eller oventilerade så skiljer sig deras förutsättningar åt. Valet av material har en betydande påverkan för kallvindars miljö, beroende på vilket material som används varierar konstruktionens egenskaper gällande fukt- och värmetransportförmågan.

Tidigare byggdes kallvindar antingen med mineralull som har tjockleken 10–15 centimeter eller med sågspån som har tjockleken 15–25 centimeter. Enligt Energimyndigheten 2005 är rekommendationen att använda sig av isolering med tjockleken 50 centimeter. Anledningen till att tjockare isolering har börjat användas är på grund av att energikraven har stärkts, vilket har resulterat i att kallvindar har blivit kallare, som även lett till att temperaturerna i kallvindsutrymmen har börjat efterlikna temperaturerna utomhus.

Det finns ett gränsvärde som relativa fuktigheten inte får överskrida i vindsutrymmet. Boverkets byggregler 2011 har ett uppsatt krav där värdet maximalt får vara 75 %, om andelen fukt överskrider detta värde finns risken att mögelpåväxt drabbar kallvindsutrymmet. Om hög fukthalt når kallvindar utsätts de för risk av fuktskador samt mögelpåväxt, främst drabbad blir träbaserad material som är känslig mot höga fukthalter.

Enligt rapportens frågeformulär som utgavs och besvarades av olika småhustillverkare, beträffande byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar kunde flera slutsatser och rekommendationer dras parallellt med rapportens litteraturstudie. Undersökningen visade att 71 % av småhustillverkarna föredrar ventilerade kallvindar och att 29 % av småhustillverkarna föredrar oventilerade kallvindar.

Majoriteten av småhustillverkarna anser att byggtekniska lösningen för en hållbar kallvind, är att den ska vara ventilerad, med en luftspalt mellan isoleringen och råsponen, samt befintligt vindskydd ovanpå isoleringen. Det upplägget kombinerat med bra lufttäthet och en styrd ventilation med värmeåtervinning. Vidare fastställs att någon typ av fuktsäkerhetskontroll ständigt bör utföras i byggnaden, att regelbundna kontrollbesiktningar bör utföras före, under och efter byggskedet. Dessutom är det väsentligt att inspektioner utförs som säkerställer att fuktig luft från boendeytan inte tar sig upp till vindsutrymmet, för att bibehålla en hållbar kallvind samt minimera fukt- och mögelskador. Rapportens undersökning visade att majoriteten av småhustillverkarna, använder samma byggtekniska lösningar, för att skydda kallvindsutrymmen från fuktig luft och motverka fukt- och mögelskador.

ABSTRACT

This report has been implemented in a project supported by Gunnar Ivarsons stiftelse för hållbart samhällsbyggande. The purpose is to investigate various small house manufacturers' construction technology solutions for sustainable cold attics. The structural design and quality of cold attics have changed over the years. The major changes have been the heat resistance and airtightness of the components. The insulation materials have developed over time, at the same time as the use of insulation on the attic floor has increased. The report's investigation showed that 46% of the small house manufacturers feel most comfortable with the traditional design of a cold attic.

In a previous study conducted by SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (currently RISE Research Institutes of Sweden) 2004, it has been discovered that the risk of mold growth in the attic is reduced, when the relative humidity is reduced in the attic space. The reduction takes place when the temperature increases in the attic space by minimizing the ventilation. This should reduce the traditional damage that occurs in the attic space.

There are several factors that affect the climate in cold attics. Depending on whether attics are ventilated or unventilated, the conditions differ. The choice of material has a significant impact on the environment of cold attics. Depending on which material is used, the properties of the construction vary in terms of moisture and heat transfer properties.

Previously, cold attics were built either with mineral wool that has a thickness of 10-15 centimeters or with sawdust that has a thickness of 15-25 centimeters. At present it is, according to Energimyndigheten 2005, the recommendation is to use insulation with a thickness of 50 centimeters. The reason why thicker insulation has started to be used is because the energy requirements have increased, which has resulted in cold attics becoming colder, which has also led to cold attics having started to resemble the temperatures outside.

There is a limit value that the relative humidity must not exceed in the attic space. Boverkets byggregler 2011, have a set requirement where the value may be a maximum of 75%, if the moisture content exceeds the value, there is a risk that mold growth will affect the cold attic. If high moisture content reaches cold attics, they are exposed to the risk of moisture damage and mold growth, mainly affecting wood-based materials that are sensitive to high moisture content.

According to the report's questionnaire, which was issued and answered by various small house manufacturers, regarding construction technology solutions for sustainable cold attics, several conclusions and recommendations could be drawn in parallel with the report's literature study. The investigation showed that 71% of the small house manufacturers prefer ventilated cold attics and that 29% of the small house manufacturers prefer unventilated cold attics.

The majority of the small house manufacturers believe that the construction technology solution for a sustainable cold attic is that it should be ventilated, with an air gap between the insulation and the tongued and grooved board, as well as an existing wind barrier above the insulation. That structure combined with good air tightness and a controlled ventilation with heat recovery. Furthermore, it is determined that some type of moisture safety control should be carried out constantly in the building, and that regular control inspections should be carried out before, during, and after the construction phase. In addition, it is essential that inspections are carried out which ensures that moist air from the living area does not rise into the attic space, to maintain a sustainable cold attic and minimize moisture and mold damage. The report's investigation showed that the majority of small house manufacturers use the same

construction technology solutions to protect cold attic spaces from humid air and prevent moisture and mold damage.

Nyckelord: Kallvind, kallvindskonstruktioner, fukt, mögel

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	
ABSTRACT	
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och målsättningar	1
1.3 Frågeställningar	1
1.4 Fokus och avgränsningar	1
2. TEORI	2
2.1 Vindkonstruktioner	2
2.1.1 Ventilerade kallvindar	2
2.2.3 Oventilerade kallvindar	3
2.2 Byggnaders värme- och ventilationssystem	3
2.2.1 Självdragsventilation	3
2.2.2 Mekaniskt styrd ventilation	3
2.3 Fukt	4
2.3.1 Fukt i luft	4
2.3.2 Fukt i material	5
2.3.3 Fukttransport	5
2.3.4 Fuktbelastning och fuktkrav hos kallvindar	6
2.4 Mögel	7
2.4.1 Orsaker till mögelpåväxt	7
2.4.2 Mögelpåväxt hos kallvindar	9
2.5 Beståndsdelar hos kallvindar i småhus	10
2.5.1 Materialval för kallvindar	10
2.5.2 Vindbjälklagets täthet	10
2.5.3 Vindbjälklagets ångspärr och ångbroms	11
2.5.4 Vindbjälklagets isoleringstjocklek	11
2.5.5 Skillnad mellan äldre och nya konstruktioner	12
2.6 Förslagslösningar för hållbara kallvindar	12
2.6.1 Förslag för att motverka skador	12
3. METOD	16
3.1 Metodval	16
3.2 Metodgenomförande	16

4.	RESULTAT	17
4.1	Utdrag från frågeformulär	17
4.1.1	Kallvindstyper.....	17
4.1.2	Fuktsäkerhet	20
5.	ANALYS OCH DISKUSSION	23
6.	SLUTSATS.....	25
	REFERENSER	26
	BILAGA 1 - FRÅGEFORMULÄR.....	31
	BILAGA 2 - KONSTRUKTIONSTYPER.....	34
	BILAGA 3 - UTSKICKAT BREV	35
	BILAGA 4 - SVAR FRÅN UNDERSÖKNINGEN	36

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Förr var det betydligt färre problem gällande fukt- och mögelskador som uppstod med kallvindar. Detta beror på att vindsutrymmena oftast hade mindre ventilation eller inget alls i utrymmet och att temperaturen i vindsutrymmena alltid var varmare än uteklimatet. Främst för att det var vanligt att ha murstockskaminer i hushållet, eftersom de ansågs vara en bra värmekälla. Det resulterade i att det kunde byggas med mindre isolering mellan boytan och vindsutrymmet. Idag placeras det mer isolering vid byggnad av kallvindar med anledning av att energikraven har stärkts, som har resulterat i att kallvindar har blivit kallare. Energikraven har resulterat i att spillvärmen till vindsutrymmet har minskats med åren, vilket har medfört problematik i dagens kallvindar gällande skador (Friska Hem Sverige AB u.å.).

1.2 Syfte och målsättningar

Syftet med rapporten är att undersöka olika småhustillverkares byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar. Rapporten ska resultera i olika lösningar för att minimera risken av fukt- och mögelskador i olika typer av kallvindsutrymmen.

1.3 Frågeställningar

Rapporten utgår från följande frågor:

- Vad krävs för att hålla kallvindar hållbara?
- Hur och varför utsätts kallvindar för fukt- och mögelskador?
- Vilka byggtekniska lösningar används för att minimera fukt- och mögelskador i kallvindsutrymmen?

1.4 Fokus och avgränsningar

Rapporten är enbart fokuserad och avgränsad kring småhustillverkare i Sverige. Fokusområdet kommer täcka en redovisning och presentation av olika valda vindkonstruktionstyper samt faktorer som påverkar dess hållbarhet. Där störst fokus är centrerat och avgränsat kring kallvindar hos bärande takkonstruktioner i sadeltaksform.

2. TEORI

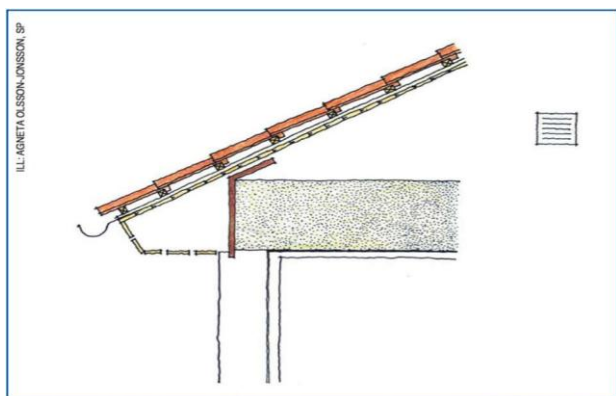
2.1 Vindkonstruktioner

Vindkonstruktioner kan antingen ha ett kallt eller varmt tak, där de olika taktyperna som används antingen är ventilerade eller oventilerade.

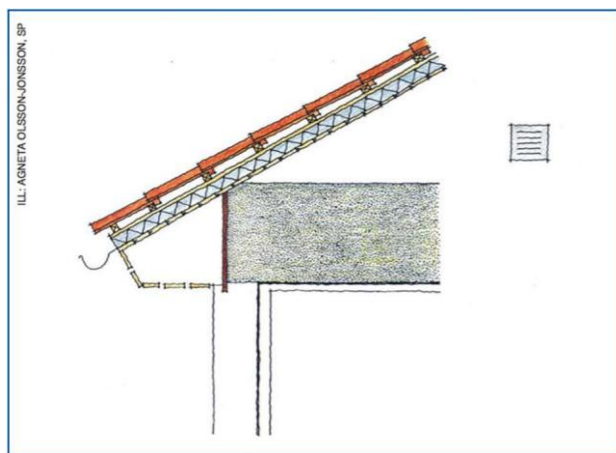
2.1.1 Ventilerade kallvindar

Traditionella ventilerade kallvindar är oftast uppbyggda med öppningar i både takfot och gavlar, se figur 1. Anledningar till att kallvindar ventileras är för att skydda kallvindar mot kondens. Kondens uppstår när varm fuktig luft möter en tillräckligt kall yta och kyls ner. Detta leder till att den fuktiga luften kondenseras och bildar små vattendroppar på yttertaket. De ventilerade kallvindarna är känsliga mot fukt, men även kallstrålning.

Kallstrålning innebär utstrålning av kyla, från utsidan av taket mot himlen, som sedan kyler ner den yttre takkonstruktionen så att även insidan blir kall. Detta medför frost på råsponten och yttertaket. För att bibehålla ett bra klimat i utrymmet har ventilerade kallvindar som uppgift att föra bort fukt från vindsutrymmet. Detta för att skydda mot inomhusluftens fukt under vindbjälklaget. Om den varma inomhusluften kondenseras och inte torkar, leder detta till röta och svamp på råsponten. Med hjälp av att placera isolering ovanpå underlagstaket, se figur 2. Innebär det att ytan på råsponten blir varmare, som därmed minskar kondensrisken (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).



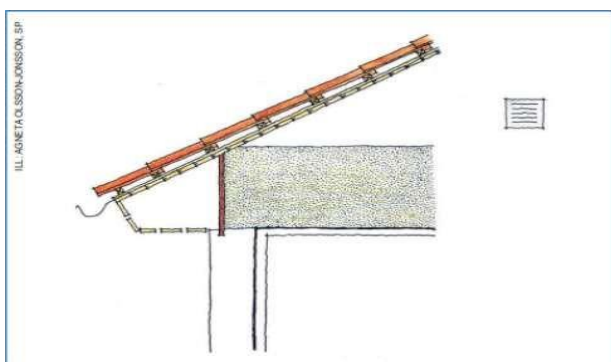
Figur 1. Ventilerad kallvind med öppningar i både takfot och gavlarna (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).



Figur 2. Ventilerad kallvind med isolerat underlagstak och gavlar för ventilation (Hägerhed Engman & Samuelson 2006)

2.2.3 Oventilerade kallvindar

En oventilerad kallvind har inga ventilationsöppningar, men den genomförs inte helt lufttät, utan tätheten blir som när material fästs mot varandra. Det finns varianter av denna konstruktionstyp där öppningarna är vid gavlarna, se figur 3. Genom begränsning av ventilationen hos vindsutrymmet och placering av ventiler vid gavlarna, kan det medföra ett luftutbyte som är tillräckligt för ett torrare klimat i vindsutrymmet (Tobin & Samuelson 1988). Detta visar även studier från Högskolan i Borås genom flera artiklar, i de flesta fallen blir oventilerade kallvindar torrare och den relativa fuktigheten blir oftast jämnare vid kallare uteklimat (Kurkinen & Österlund 2011).



Figur 3. Kallvind med begränsad ventilation genom ventiler i gavlarna (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).

2.2 Byggnaders värme- och ventilationssystem

Uppvärmning och ventilation av en byggnad kan ske på olika sätt. Utifrån vilken typ av vindkonstruktion det gäller, så kan värme- och ventilationssystem påverka kallvindens hållbarhet på olika sätt.

2.2.1 Självdragsventilation

Självdragsventilationen förekommer främst hos äldre byggnader. Självdragsventilationen är i sin tur enkel att hantera då den inte består av några fläktar. Eftersom självdragsystemet är beroende av termiska drivkrafter anses den fungera bäst i vintertid, detta är för att skillnaden mellan utomhusklimatet och inomhusklimatet under vinterhalvåret är såpass stor. Luftomsättningen blir större när ett uppvärmningssystem med bra förbränning förstärker de termiska drivkrafterna. Självdragsystemet är alltså beroende av de termiska drivkrafterna som gör att varm luft som stiger. Den varma luften skapar övertryck i byggnadens övre delar samtidigt som den skapar ett undertryck i nedre delarna av byggnaden. Luften dras in genom ventiler, otätheter i byggnaden och även genom fönster (Energybuilding 2018). Tidigare sköttes denna typ av ventilation med hjälp av en varm murstock, som även var en värmekälla för huset. För kallvindar medförde dessa murstockar ett varmare klimat. Trots lite isolering på vindbjälklaget och nästintill ingen ångtäthet uppstod ringa fuktskador i dessa kallvindar, eftersom murstocken värmd upp vindsutrymmet. Däremot är användning av murstock som värmekälla inte lika aktuell idag, som gör att självdragsventilationen inte är det optimala valet för nyare kallvindar.

2.2.2 Mekaniskt styrd ventilation

Frånluft samt från- och tillluft fungerar som mekaniskt styrda ventilationssystem. Det vanligaste valet av mekaniskt styrda ventilationer är så kallat FTX-system, som är en

förkortning av från- och tilllufts värmeväxling. Ett FTX-system är ett fläkstyrt system som består av värmeåtervinning, detta ger husägaren full kontroll över mängden luft som tillförs till huset. Hus som har eller införskaffar ett FTX-system utrustas med ett kanalsystem som ser till att använd luft transporteras bort samtidigt som ny frisk luft tillkommer (Svenskventilation 2018). Med hjälp av mekaniskt styrda ventilationer kan husets tryckbild avgöras utifrån mängden från- och tillluft. Ett hus som enbart består av frånluftsventilation medför oftast ett undertryck för hela huset, medan ett övertryck leder till att luft som har högre tryck tar sig in i huset genom otätheter. Risken för att den varma fuktiga luften når stommen är större när huset enbart består av övertryck, den luften ventileras sedan runt i huset (Ahrnens & Borglund 2007). Ett vanligt förekommande problem hos kallvindar är fuktskador. Enligt Wahlgren 2010 är det ofta övertryck på övre delarna av byggnaden, till följd av detta tränger sig den fuktiga luften in på vinden genom fuktkonvektion. Därefter kondenseras vattenångan på yttertakets insida som därmed leder till höga fuktillstånd samt risk för mögelpåväxt i kallvindar (Wahlgren 2010).

2.3 Fukt.

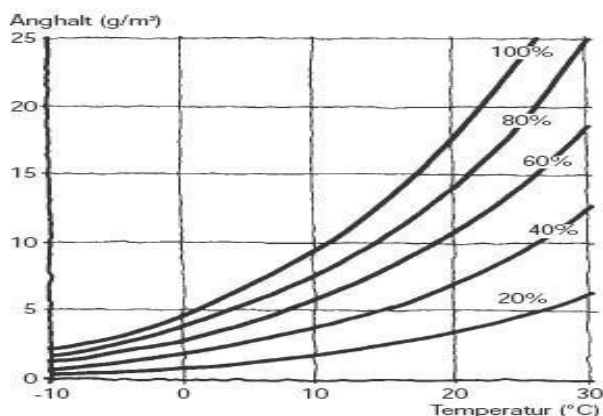
Andelen fukt som finns i kallvindsutrymmet är en avgörande faktor som kan göra skillnaden mellan en skadefri- och fuktskadad kallvind. Fukt kan transporteras till kallvindar genom olika mekanismer.

2.3.1 Fukt i luft

Luften innehåller fukt, vilket innefattar vattenångan som finns i luften. Hur stor andel fukt som finns i luften beror på luftens temperatur. När luften har en hög temperatur innebär det att mängden vattenånga ökar, vilket innebär högre andel fukt, se figur 4. För att kunna mäta fuktinnehållet i luften hänvisas det till relativa fuktigheten, värdet betecknas som RF. Vid beräkning av RF identifieras den aktuella ånghalten i luften gentemot den maximala mättnadsånghalten (Teknikhandboken u.å.).

Med hjälp av egen härledda ekvation (1) kan relativa fuktigheten beräknas, den anges i procent (%). Där v =mängden ånghalt (g/m^3). Där v_s =mättnadsånghalten (g/m^3).

$$RF = \frac{v}{v_s} \quad (1)$$



Figur 4. Visar förhållandet mellan relativa fuktigheten, ånghalten och temperaturen (Teknikhandboken u.å.).

Mängden ånghalt innebär hur mycket vattenånga som finns i luften, beroende på omgivningens

temperatur så varierar mätnadsånghalten. Genom att ta kvoten av ånghalten och mätnadsånghalten beräknas relativa fuktigheten för det rådande fuktillståndet. Relativa fuktigheten är betydligt högre under vintern jämfört med sommaren, däremot ska det inte misstas att luften är fuktig under vintertid. Relativ fuktighet är enbart ett mått på hur nära luften är till att bli ångmättad, om mängden ånga i luften är större än mätnadsånghalten leder det till att ångan kondenseras till vattendroppar (Teknikhandboken u.å.).

2.3.2 Fukt i material

Gällande hantering av fukt är trä det optimala valet som material hos vindar i småhus. Trä har en fuktkapacitet av god kvalitet, vilket innebär att materialet kan reglera fukttillståndet utifrån omgivande förhållanden. När luften innehåller en hög halt RF kan trä som material tillfälligt lagra fukt, för att sedan avge fukten när den befintliga luftens fuktmängd minskats. Trots träets goda egenskaper har materialet även fukttekniskt dåliga egenskaper då den vid hög fuktbelastning under längre tid kan börja mögla och ruttna. Vid det fallet tappar träet sina goda egenskaper.

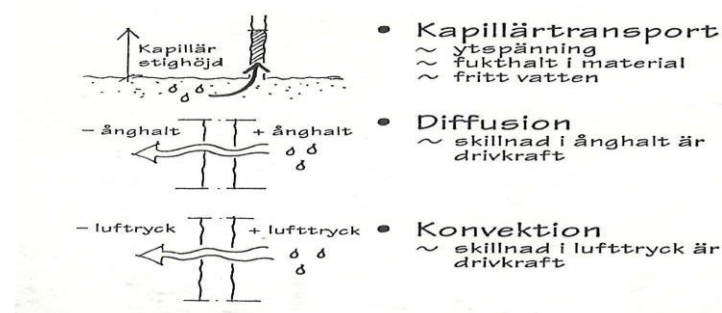
För att kunna identifiera risken för mögelpåväxt bör fuktkvoten hos ett material vara känt. Om ett material har ett högt fuktkvotsvärde, innebär det att materialet innehar mycket vatten, något som innebär stor risk för skador. Genom egen härledda ekvation (2) kan fuktkvoten beräknas som anges i procent (%). Där m =träets massa innan uttorkning (kg). Där m_s =träets massa efter uttorkning (kg).

$$u = \frac{m - m_s}{m_s} \quad (2)$$

När fuktkvoten är känt kan värdet sedan jämföras med jämviktsfuktkvoten för att veta hur träet kommer agera i en viss miljö. När träet är i jämvikt med befintligt klimat benämns det till jämviktsfuktkvot. Beroende på hur hög eller låg träets fuktkvot är jämfört med det så kallade jämviktsfuktkvot, resulterar det till olika effekter hos träet. Vid lägre mängd fuktkvot hos träet jämfört med jämviktsfuktkvot, innebär det att träet kommer ta upp fukt. Medan en högre mängd fuktkvot hos träet jämfört med jämviktsfuktkvot, innebär att vattnet i träet torkas upp. Träets funktion gällande fukthantering innebär att kondensbildning i självaste träet är sällsynt (Träguiden 2017).

2.3.3 Fukttransport

Fukttransport förekommer i material med anledning av skillnader i ånghalt, luft eller fuktkvot för att uppnå jämvikt. De olika typer av fukttransport som sker i byggnadskonstruktioner är diffusion, konvektion och kapillärtransport, se figur 5.



Figur 5. Olika typer av fukttransport och deras drivkrafter (Nytt & viktigt 2015).

Diffusion förekommer när skillnader i ånghalter uppstår. Processen innebär att vattenånga med högre ånghalt transporteras till områden med lägre ånghalt tills en jämvikt bildats. Eftersom relativa fuktigheten vanligen är högre inomhus gentemot utomhus, så innebär det att ånghalten oftast transporteras från insidan av byggnaden och därmed utåt via befintligt läckage.

Konvektion förekommer vid lufttrycksskillnader. Fukt transporteras genom luftströmmar som förekommer på grund av skillnaden mellan högt och lågt lufttryck. Bidragande faktorer som sätter i gång transporten är bland annat temperaturskillnader och tryck från mekaniska ventilationer som överförs utåt från byggnaden.

Kapillärsugning förekommer när fuktkvotsskillnad mellan finporösa och grovporösa material uppstår. Från det grovporösa materialet sker transportereringen av fukt i vätskeform till det finporösa materialet vid kontakt (Polygongroup u.å).

2.3.4 Fuktbelastning och fuktkrav hos kallvindar

Relativa fuktigheten i samspel med luftens temperatur spelar en stor roll angående risken för fukt- och mögeldrabbningar, se figur 6. Vid lägre temperaturer hos kallvindar innebär det att relativa fuktigheten är hög, konsekvensen av det kan innebära drabbande fukt- och mögelskador. När ett hus utsätts för hög fuktbelastning påverkar det inomhusmiljön. Vid flera fall kan symtom som luftvägsirritation, huvudvärk och hudbesvär upplevas (Brisman 2021).



Figur 6. Kallvind drabbad av fukt- och mögelangrepp (Ljungby Fuktkontroll & Sanering AB 2020).

Boverkets byggregler, BBR, har satt upp riktlinjer gällande tillämpning och uppbyggnad av kallvindar för att motverka höga halter av relativ fuktighet i vinden. BBR utger följande information:

“För material och produkter där mögel och bakterier kan växa ska man använda kritiska fukttillstånd som är väl undersökta och dokumenterade. Vid bestämning av kritiska fukttillstånd ska hänsyn tas till eventuell nedsmutsning av materialet eller produkten. Om det kritiska fukttillståndet inte är väl undersökt och dokumenterat ska en relativ fuktighet (RF) på 75 % användas som kritiska fukttillstånd (BFS 2014:3)” (Boverkets byggregler 2011).

För att motverka hög fukthalt hos material där mögel och bakterier kan växa, ska kritiska fukttillståndet hos materialen granskas och analyseras. Därmed noteras den maximala fuktbelastning hos materialet, en procentandel som inte ska överskridas. Vid de fallen där analyser inte utförts ska det kritiska fukttillståndet maximalt förhålla sig till en relativ fuktighet

på 75 %. För att motverka skador på vinden och vindsluckan måste därmed någon typ av fuktsäkerhetskontroll utföras.

Som ett allmänt råd bör det finnas möjlighet att se in i hela vindsutrymmet, för att kunna säkerställa en god inspektionsmöjlighet. Vindsutrymmen över värmeisolerade vindbjälklag bör anordnas så att fukt inte orsakar påväxt av mögel och bakterier. Hos kalltak och välisolerade bjälklag finns ökad risk för mikrobiell påväxt, exempelvis på yttertaketets insida. Särskild omsorg för att åstadkomma lufttäthet bör iakttas vid ökad isolering av vindbjälklaget. Om vindbjälklaget utgörs av material med byggfukt som exempelvis betong eller lättbetong, bör fuktavgången till vindsutrymmet minimeras (Boverket 2006).

Vidare föreskriver BBR om hur kalltak och vindbjälklag kan utsättas för mikrobiell påväxt. En åtgärd som bör iakttas är att säkerställa lufttätheten, för att se till att lufttätheten är så ogenomtränglig som möjligt vid isolering av vindbjälklaget. Om materialet för vindbjälklaget exempelvis är betong eller lättbetong kan skador förekomma vid hög fuktbelastning, fuktavgången till vindsutrymmet bör vid det fallet minimeras så mycket som möjligt.

Centrala idén vid införandet av ventilationer hos kallvindar var att minska risken för bildning av istappar och förhindra ojämn snösmältning. Däremot har det på senare tid visats att användning av ventilationer dels har varit problematiskt. Rapporter om flertalet skador och problem har uppmärksammats, speciellt i de fallen där tilläggsisolering funnits tillgängligt (Tobin & Samuelson 2004). Med tilläggsisolering blir vinden kallare och då riskerar den att bli fuktigare. Om det är helt säkert att fukten inte kommer inifrån, så kan man minska ventilationen. Däremot är det sällan och svårt att veta hur mycket fukt som kommer inifrån, vilket gör att det blir lämpligt att styra ventilationen utifrån fuktförhållandet. Jämförs dagens klimat med det dåvarande klimatet, så visar det sig att en tydlig förändring har skett med åren. I nuvarande läget är klimatet betydligt fuktigare än någonsin. Konsekvenserna av det har visat att fuktbelastningar under alla olika årstider har ökats, där den främsta problematiken uppstår hos hus som till stor del är täckt av skugga. Om huset inte nås av värme försvinner skyddet mot fukt, eftersom värmen förhindrar fukt. En mild vinter med varmare temperaturer bidrar till en behaglig miljö för mögel och röta att träda fram, eftersom påväxten föredrar varmare temperaturer (Polarpumpen 2015).

2.4 Mögel

Mögelpåväxt på kallvindar är skadligt och är något som sker vid fuktiga förhållanden. Kritiskt fuktförhållande innan mögelpåväxt sker varierar hos olika material. De olika materialen som finns hos en kallvind påverkas av mögelpåväxt på olika sätt.

2.4.1 Orsaker till mögelpåväxt

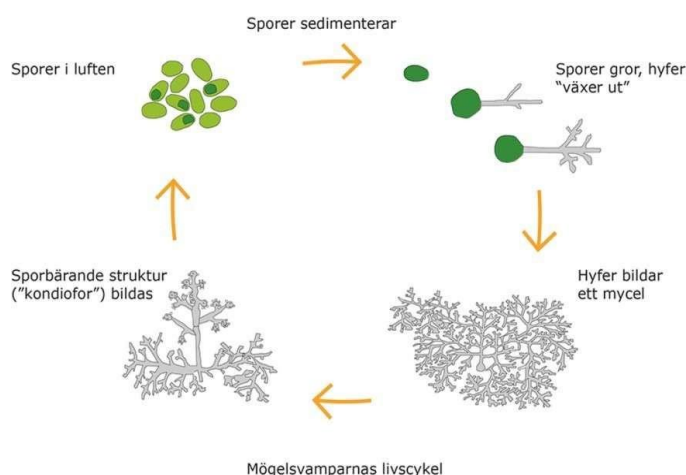
Mögelpåväxt är ett av de främsta problemen som småhusägare kan uppleva hos en skadad kallvind. Anticimex utförde en statistik utifrån en granskning hos 21 257 småhus, som visade att 43 % av de småhusen var drabbade av fuktskador & mögelpåväxt (Anticimex 2017). Byggnadsmaterialet trä är ett förnyelsebart material, med flera olika användningsområden. Eftersom träd är en naturlig del av kolets kretslopp är det ganska förekommande att trämaterial angrips av virkeförstörande organismer (Burström 2001). För att mögelpåväxten ska angripa hos olika byggnadsmaterial måste det finnas tillräckligt med fukt. Röttsvampar är oftast de mikroorganismer som förkortar livslängden hos träkonstruktioner. Mögelpåväxten

angriper när materialet nått sitt kritiska fuktillstånd. Denna nivå kan variera för olika material, se tabell 1. Trä är ett av de svagare materialen som redan vid ett RF värde på 75 % kan utsättas för mögelpåväxt, jämfört med andra byggmaterial som har en längre varaktighet innan reaktioner sker (Träguiden 2003).

Tabell 1. värden för relativfuktighet som kräv för att mögelskador ska uppstå (Träguiden 2005).

Materialgrupp	Kritiskt fuktillstånd (%RF)
Trä och träbaserade material	75-80
Gipsskivor med pappytor	80-85
Mineralullsisolering	90-95
Cellplastisolering (EPS)	90-95
Betong	90-95

De svampar som växer ytligt på träkonstruktioner är oftast mögelsvampar. Grunden till dessa svampar är hyfer, mycel, fruktkropp och sporer. Hyfer beskrivs som små trådar som är 2-5µm breda. Med hjälp av hyferna kan fruktkroppar utvecklas. När fruktkroppar bildats börjar sporer att växa på själva fruktkropparna, se figur 7. Utseendet och storleken kan variera för sporer, de kan bli mellan 2 och 5µm.



Figur 7. Mögelsvamparnas livscykel illustrerad av Olsson-Jonsson vid SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) (Träguiden 2003).

Fremsta grunderna för mögelpåväxt är följande:

- En relativ luftfuktighet över 75 %.
- Temperatur mellan -5 °C och +55 °C. Vanligtvis sker påväxt mellan temperaturerna 20 °C och 30 °C.
- Syre.
- Närvaro av mögelsvampar, dvs. sporer och hyfragment.
- Näring.

Mögelpåväxten kan uppstå snabbt och kan redan inom några dagar orsaka stora skador. Det räcker bara med rätt miljöförhållanden för svamparna att agera. När mögelsvamparna möter sporer och hyfer blir ökningen betydligt starkare och snabbare. Sporer och hyfer är alltid i luften, men finns som mest under sensommaren och tidig höst. Mögelpåväxten syns oftast på ytan, medan hyfer kan påträffas i träets märkestrålar, dvs. insidan av materialet. Mögelsvamparna bryter ner cellulosan hos material, som är det viktigaste elementet hos alla växters cellväggar i naturen, vid nedbrytning drabbas träkonstruktionerna av en förkortad livslängd.

Så hur upptäcks mögelpåväxten? Det första som uppmärksammas vid mögelpåväxt är lukt, missfärgningar och även fuktfläckar. Luften som finns vid ett utrymme där mögel befinner sig, medför en illaluktande lukt och luften kan kännas unken. Enligt Acetec u.å. så är huvudvärk, hosta och rinnande ögon ett förekommande symtom för de som är mögelallergiker (Acetec u.å.). Svartmögel och vitmögel är två exempel av mögelsorter, som antingen kan ha bildats utan att vara synliga för ögat, eller något som bildats och kan synas med blotta ögat. Svartmögel är formade som svarta prickar och växer oftast vid innertaket och takstolarna, däremot är vitmögel mer utmanande att upptäcka. Dessa sätter sig också vid innertaket och takstolarna. Däremot har den en ljusare nyans och kan oftast tolkas som damm, just därför är det viktigt att titta noggrant för att upptäcka mögel. Vid tidigt skede är möglet oftast inte farligt och giftigt, utan den indikerar att framtida skadliga angrepp inte är långt bort (Nordlund 2018).

2.4.2 Mögelpåväxt hos kallvindar

Mögelpåväxt på kallvindar har blivit ett ökande problem, särskilt i nya småhus (Samuelson & Hägerhed 2006). Vid ett tillfälle där man har undersökt kallvindar identifierades flera skador hos kallvindarna, det vill säga skador som mögelpåväxt och fuktskador. År 2001 utfördes en fältundersökning på 21 olika småhus i Skåne, småhusen var mellan 1–3 år gamla och 9–12 år gamla, se tabell 2. Undersökningen visade att påväxt av hyfer och sporer framträdde hos kallvindarna. Sporer är levande organismer som växer på svampar samt bakterier. Till skillnad från hyfer som fungerar som byggstenar för de flesta svamparna.

Tabell 2. Fördelning av underlagstak och byggnadsår för de 21 husen (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).

Tabell 1: Fördelning av underlagstak och byggnadsår för de 21 husen.

Antal hus	Plywood	Hård Board	Råspont
Byggår 1989–1992	7	4	2
Byggår 1998–2000	0	6	2

Vid fältundersökningen var sju av taken uppbyggda med vanlig plywood, varav fem var uppbyggda med plywood som är fungicidbehandlade. Skillnaden på vanlig plywood och plywood som är fungicidbehandlade är medlen som tillsätts för att motverka mikrobiell påväxt. Alla sju taken uppbyggda med plywood hade riklig påväxt, varav fyra av de äldre taken hade grövre påväxt. På dessa fyra tak kunde det noteras att svarta prickar hade växt ut. De 10 taken uppbyggda med hård board visade en mindre omfattning av påväxt. På de resterande fyra taken med underlagstak av råspont, var påväxten betydligt mindre hos de taken äldre taken jämfört med resterande två. Största skillnaden mellan taken som bestod av plywood och råspont, var att framträdandet av mikrobiell påväxt på plywood lättare kunde ses med ögat, jämfört med råspont där man exempelvis behövde mikroskop för att upptäcka påväxten (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).

Hägerhed Engman och Samuelson 2006 nämner även tre punkter, om hur vinden kan utvecklas för att förebygga påväxten på kallvindarna. Det första de nämner är att beståndsdelarna som används ska vara material som tål fuktigt klimat. Den andra lösningen är att göra klimatet torrare på vinden och den tredje lösning är att tänka om och utföra konstruktion på ett mer genomgripigt sätt utifrån samtliga hållbarhetsaspekter.

2.5 Beståndsdelar hos kallvindar i småhus

Valet av material och beståndsdelarna hos ett småhus har en viktig funktion gällande kallvindars fuktsäkerhet. Valet av ingående delar och utformningen av vindbjälklaget har utvecklats genom åren.

2.5.1 Materialval för kallvindar

Materialvalet hos kallvindskonstruktionen påverkar kallvindars fukt- och värmetransporter, beroende på deras materialegenskaper. Sedan 1900-talet har tegelpannor varit det främsta alternativet gällande taktäckningsmaterial hos småhusen. Idag är det mer vanligare att använda betongpannor, som taktäckningsmaterial på yttertaket (Dinbyggare 2018). Det går även lika bra att ersätta småhus som består av tegelpannor till betongpannor.

Takkonstruktionen hos småhusen består oftast av två lager, dvs. det yttersta lagret vilket benämns yttertak och det inre lagret som kallas för yttertakens inneryta. Yttertak även så kallad taktäckningen är den del av taket som består av materialskikt som ligger ytterst på taket. Lagret som ligger under yttertaket dvs. innerytan är underlag för taktäckningen, som i flesta fallen består av direkt eller indirekt mellanliggande värmeisolering. Värmetransporten påverkas olika beroende på materialet som yttertaket består av. Ett tak som består av plåttak eller asfaltimpregnerat papptak tenderar att ha varierande temperaturer inom olika tidpunkter på dygnet. Detta för att materialet har lågt värmemotstånd, som i sin tur innebär att snabba temperaturförändringar sker. Alltså upplever plåt- och papptak en högre värmetransport för att värmemotståndet är lågt. För tegel- och betongpannor är det annorlunda, de har istället högt värmemotstånd och en lägre värmetransport, vilket är gynnsamt för låg fukttransport (Björk 2005).

De täckningsmaterial som används på yttertaken anses inte vara den allra främsta anledningen till att fukttransport på taket sker, däremot avgör täckningsmaterialets värmemotstånd huruvida innerytan påverkar kallvindars fukt- och värmetransport. Gällande hantering av fukt är råspont ett bra materialval som underlag, detta på grund av att råsponten har hygroskopiska egenskaper som medför att råsponten vid de flesta fallen lagrar mindre mängd fukt jämfört, med andra materialvarianter som exempelvis plyfaskivor och masonit (Samhällsbyggaren 2019).

2.5.2 Vindbjälklagets täthet

Vindbjälklaget är delen av vinden, som skiljer mellan vindsutrymmet och boendeytan. Alltså barriären mellan boendeytan och golvet på vinden. Ingående delar i vindbjälklaget som är viktig gällande fuktsäkerheten hos kallvindar är isolering, ångspärr och ångbroms. Där antingen en ångspärr eller ångbroms väljs inom ett vindbjälklag, vilket innebär att de båda inte används samtidigt. Sikander 1998 påstår att fuktsäkerheten hos en konstruktion främst är beroende av lufttätheten i vindbjälklaget (Sikander 1998). Lufttätheten hos en byggnad anses även vara en viktig del i konstruktionen när det gäller energihushållningen och inomhusklimatet. Främsta anledningen till att vindbjälklaget lufttätas är för att undvika fuktansamling. För att kontrollera vindsbjälklagets, och andra byggnadsdelars, lufttäthet görs en lufttäthetsprovning i byggnaden, detta för att kunna se till att vindbjälklaget är tillräckligt lufttät (Träguiden 2007). Enligt Boverket 2011: ”bör byggnadens klimatskiljande delar ha så god lufttäthet som möjligt för att undvika skador på grund av fuktkonvektion”. Att kravet från Boverkets byggregler, så kallat BBR uppfylls innebär dock inte att konstruktionen uppfyller alla krävande riktlinjer för en helt fuktsäker byggnad. BBR har satt detta krav med hänsyn till energihushållningen (Boverket 2011). Vidare anser Sikander 1998: “att det i vissa fall krävs att konstruktionen i det närmaste är helt lufttät för att uppnå fuktsäkerhet”. Ibland måste god lufttäthet kombineras med ett

invändigt undertryck för att skador av fuktkonvektion ska undvikas. Idag används ångspärr för att förhindra den varma och fuktiga luften att ta sig ut från husets varma insida ut till vindbjälklaget, placeringen av ångspärren är just därför mellan innertakets insida och isoleringen, upp mot vinden. Hansen & Moeller har utfört en undersökning gällande ämnet, där de noterar vikten av att ha en bra luft- och ångspärr när man tillägsisolerar ett vindbjälklag (Hansen & Moeller 2019).

2.5.3 Vindbjälklagets ångspärr och ångbroms

På takkonstruktioner appliceras antingen en ångspärr eller en ångbroms, vilket är ett folielager som finns inkluderat i vindbjälklaget. Placeringen av ångspärren är mellan innertakets insida och isoleringen, upp mot vinden. Ångspärrens uppgift är att förhindra boendeytans varma och fuktiga luft att nå isoleringen i vindbjälklaget. Just därför är ångspärren diffusionstät samtidigt som det eftersträvas att den är så lufttät som möjligt. Gällande ångbromsen så är ändamålet att den ska tillföra ett rätt så lufttätt, men diffusionsöppet skikt. Ångbromsen ser till att enbart en liten del ånga släpps igenom takkonstruktionen, den kan även placeras på väggar samt innertakkonstruktioner. En av de främsta anledningarna till att ångbroms används är för att möjliggöra en dubbelriktad ångtransport. Med hjälp av ångbromsen ökar ångflödet utåt i konstruktionen likaså inåt. Detta bidrar till torrare förhållanden samtidigt som risken för skadlig kondens och fukttransport begränsas. Vid användning av en speciell variant, så kallad variabel ångbroms, finns ytterligare funktioner. Vid sommartider när luftfuktigheten blir högre reglerar variabel ångbromsen sin täthet, den blir mer diffusionsöppen och medför en ökande möjlighet för uttorkning inåt. Under vinterårstiden då luftfuktigheten sjunker tillämpar variabel ångbromsen det motsatta och blir istället ännu tätare. Detta innebär att ångbromsen antingen förhindrar att fukt cirkulerar fritt i konstruktionen, eller ser till att ångflödet i konstruktionen effektiviseras, beroende på omständigheternas temperaturförhållanden.

2.5.4 Vindbjälklagets isoleringstjocklek

Vald isoleringstjocklek på vindbjälklaget har med åren förändrats. Anledningen till att tjockare isolering har börjat användas i byggnader, har delvist varit på grund av isoleringens påverkan gällande kallvindars fukt- och värmetransporter, som i sin tur påverkar temperaturen hos kallvindsutrymmen. Äldre hus med vindbjälklag är sällan täta. Ifall en kallvind tilläggsisolerar utan att bjälklaget säkras mot fukt- och luftläckage leder detta till stora fuktskador, det medför även skador på virke och träbaserat material som plywood och träfiberskivor.

Redan vid 1970-talet ansågs isolering vara en av de bättre lösningarna för att motverka energiförluster. Vid energikrisen på 1970-talet ansåg den svenska staten bland annat att isolering skulle vara en av de lösningar som skulle minska husens energiförluster (Karlsson & Mårtensson 2006). Äldre hus byggda innan 1970-talet bestod oftast av tunnare isolering än vad som är rekommenderat idag. De flesta äldre husen består av isolering med tjockleken 10–15 centimeter mineralull eller 15–25 centimeter sågspån. Rekommendationen från Energimyndigheten är att isolering med tjockleken 50 cm används (Borgunda 2012).

För att kunna få kallare temperaturer hos kallvindar är det viktigt att vindbjälklaget har en tillräckligt låg värmegenomgångskoefficient. Värmeledningsförmågan och tjockleken på isoleringen är två grunder till den avgörande värmegenomgångskoefficienten. Helst ska kallare lufttemperatur på vindbjälklaget undvikas, anledningen till det är för att relativa fuktigheten annars ökar och detsamma gällande risken för kondens. Dessutom minskar ventilationsluftens sannolikhet att kunna avlägsna överskottsfukt, för att dess kapacitet av maximalt innehåll av mättad ånga minskar med temperaturen (Swedisol 2016).

2.5.5 Skillnad mellan äldre och nya konstruktioner

Skillnaderna mellan äldre och nya kallvindskonstruktioner är betydande. Isoleringmaterialen har utvecklats med tiden och ökad användning av isolering på vindbjälklagen är ett faktum. Från början av 1900-talet fram tills 1950-talet användes mossa, torv och sågspån som isolering. Isoleringsförmågan av dessa naturmaterial var inte det bästa däremot var fördelen att materialen är diffusionsöppna. Från och med 1950-talet tills idag används glasull, stenull samt olika typer av cellulosabaserade isoleringsmaterial i takkonstruktioner (Icell u.å.). I rapporten *Att tilläggsisolera hus* nämns det att värmemotståndet har ökat med åren, bland annat har U-värdet gått från 0,60 W/m²K till dagens 0,15 W/m²K (Energimyndigheten 2005).

Enligt Hägerhed Engman och Samuelson 2006 värmdes de äldre husen förr genom förbränning, dessa hus värmdes upp med hjälp av en skorsten som går i genom vindbjälklag och yttertaket. Vid uppvärmning av exempelvis ved blir murstocken varm och ger spillvärme till vindsutrymmet. De flesta äldre husen saknar oftast ångspärr vilket gör att de inte är lika täta som ett nyare hus. De konstaterar även att vindbjälklagen i äldre hus har ett lägre värmemotstånd, jämfört med de nyare husen. De äldre husen har därmed större chans för värmeläckage att nå ut till vindsutrymmet. Dessutom är det ganska vanligt att vindsutrymmet är 5 °C varmare än temperaturen utomhus, detta orsakar en lägre relativfuktighet hos vindsutrymmet och innebär att vindkonstruktioner i äldre hus med extra värmetillskott vanligtvis klarar sig från fuktskador.

För att minska spillvärme och energieffektivisera de äldre husen har många husägare valt att gå från förbränning till fjärrvärme, el eller värmepump som en alternativ lösning för uppvärmning i huset. Även tilläggsisolering har varit ett alternativ för att effektivisera uppvärmningen. Nackdelarna av dessa åtgärder har dock lett till att murstocken blivit kallare, att värmemotståndet i vindbjälklagen ökats, temperaturen i kallvindsutrymmen sänkts och att risken för fuktskador därmed har ökats (Hägerhed Engman & Samuelson 2006).

2.6 Förslagslösningar för hållbara kallvindar

För att kallvindar ska ha så bra fuktsäkerhet som möjligt, bör rätt byggtekniska lösningar appliceras på vindkonstruktioner. Rätt kombination gällande kallvindars utformning, materialval och funktioner kan minimera fukt- och mögelskador.

2.6.1 Förslag för att motverka skador

Det finns flera olika byggtekniska lösningar för en hållbar kallvind. För att utveckla kallvindens förutsättningar och förebygga påväxten av mögel nämner Hägerhed Engman och Samuelson 2006 olika rekommendationer och riktlinjer som bör följas. De nämner att ett torrt klimat i kallvinden ska strävas efter, att beståndsdelarna ska vara av material som tål fuktigt klimat och att konstruktionen ska utformas utifrån samtliga hållbarhetsaspekter.

Materialvalet är en viktig aspekt för en mer hållbar kallvind, särskilt vid uppbyggnad av underlagstak hos takkonstruktionen. Underlagstak består oftast av trä eller träbaserade material. Vid uppbyggnad av underlagstaken används oftast material som råspont, plywood, hård board och även behandlad wellpapp, vilket oftast angrips av mikrobiell påväxt.

För att förhindra påväxten på trä används fungicider, vilket är ett kemikaliskt ämne som appliceras på trämaterial för att motverka svampväxt. Enligt Hägerhed Engman och Samuelson 2006 har detta medel visat sig vara ett mindre bra alternativ för att förhindra svampväxt, då de anser att fungicidmedel är svaga och inte förhindrar påväxten för samtliga

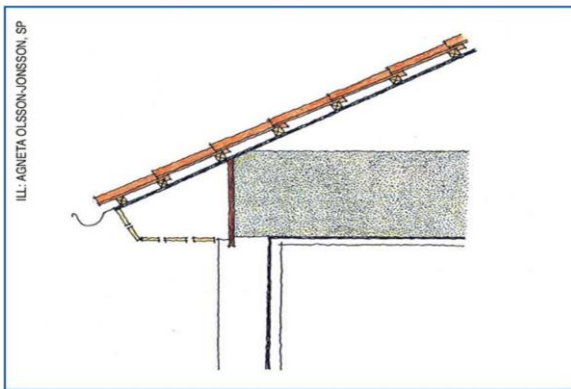
arter. Den anses även vara hälsovådlig och är dessutom inte miljövänlig (Hägerhed Engman & Samuelson 2006). Istället för användning av fungicider kan man tilläggsisolera mellan yttertaket och underlagstaket för att bidra till en jämnare temperatur på vinden.

Ett annat förbättringsförslag för träbaserade underlagstak, är användning av papp och folier. Varför just dessa är ett bättre alternativ är för att de inte drabbas lika mycket av besvärande påväxter. Det som är mindre bra med detta alternativ är att andra oönskade problem kan framträda. Vid användning av takfolie i underlagstak, uppstår vanligtvis oljud från vindsutrymmet när det blåser utomhus. Vid kraftiga vindar har även takfolien blåsts av, då de är såpass lätta och tunna. Gällande yttertaket är plåttak ett alternativ som mindre troligt drabbas av påväxter. Däremot vid val av plåttak kan det upplevas ljud och smatter vid regn, det vill säga att vid byte av beståndsdelarna material bör flera aspekter tas hänsyn till utöver fuktsäkerheten.

Användningen av cellplast är något som betraktas farligt enligt räddningstjänsten, då de anser att denna typ av isolering kan bidra till stor fara ifall någon brand skulle uppstå. Räddningstjänsten anser att det finns risk för bränd cellplast att rinna ner på personer som befinner sig inomhus vid brand. Som ett bättre alternativ kan därför mineralullisolering vid entré samt längs med fasaden användas. Dessutom kan vissa radhus och flerbostadshus som har krav för brandcell, behöva tilläggsisolera över mellanskiljande lägenhetsväggar för ökad säkerhet (Hagetoft & Kalagasisidis 2013).

Det finns flera möjliga sätt att förbättra den så kallade fuktsäkerheten hos kallvindar. Genom åren har den ökade mängden isolering, medfört till ett kallare och fuktigare klimat hos vindsutrymmen vilket även har resulterat i en ökad känslighet för mikrobiella påväxter. Hus med kallvindar blir oftast utsatt av mikrobiell påväxt på underlagstaket, denna påväxt uppmärksammas inte enbart hos äldre hus, det har även blivit allt vanligare med mögelpåväxt hos nyare hus. Vid nyproduktion eller eftermontering kan däremot konstruktionen förbättras genom användning av diffusionsöppna material, som exempelvis en diffusionsöppen ångbroms med cellulosaisolering som undertak. Kallvindsskador på befintliga hus kan därmed begränsas samt motverkas, genom noggrann tätning för att förhindra fuktransport genom konvektion.

Ännu ett alternativ som Hägerhed Engman och Samuelson 2006 påstår kan göra skillnad är utformning av, en oventilerad vind med ett diffusionsöppet underlagstak. De konstaterar även att ett sådan underlagstak ska vara vattenavledande och lufttätt, men ska tillåta ångdiffusion inifrån och ut. De noterar även att underlagstakets material ska ha samma egenskaper som Goretextyg, som innebär ett vatten- och vindtätt tyg. Hägerhed Engman 2006 anser att en oventilerad vindkonstruktion utformad på samma sätt som figur 8, bör fungera utan de skaderiskerna som den traditionella ventilerade kallvinden har. Detta om projekteringen av den oventilerade vinden sker noggrant, det räcker enbart med otätheter i små marginal för besvärliga skaderisker. Enligt en undersökning utförd av AK konsults har tre av fyra oventilerade vindkonstruktioner ett betydligt lägre fuktillskott jämfört med kallvindar som är uteluftsventilerade. De redovisar även att de oventilerade vindkonstruktionerna har lägre ånghalt i vindsutrymmet jämfört med utomhusluften (Tanfors & Elvingson 2016).



Figur 8. Oventilerad vindkonstruktion med underlagstak som är ångdiffusionsöppet (Hägerhed Engman & 2006).

Gällande ventilerade kallvindar finns de både i äldre och i nyare byggnader. Hos den nyare typen av uteluftsventilerade kallvindar tillförs inte någon värme, något som med tiden visats vara problematiskt. Idag bidrar de milda vintrarna till en hög relativ fuktighet i utomhusluften. När den luften ventileras in i kallvindsutrymmet kan den vid ogynnsamma förhållanden kondenseras. Detta medför att välisolerade byggnader då kan drabbas av mögelangrepp. Det finns ett par åtgärder som kan vidtas för att minska risken för problem, dels ska det fastställas att vindbjälklaget har tillräckligt bra täthet, att det är undertryck inne i byggnaden jämfört med vindsutrymmet, yttertaket ska vara vattentätt, byggfukt ska kunna torkas ut och förhindra läckage från installationer. Att ta hänsyn till dessa åtgärder innebär inte att potentiellt mögelangrepp avlägsnas fullständigt, utan enbart bromsar möjligheten för påväxt av mögel.

Enligt en undersökning av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) 2004 bör följande förutsättningar uppfyllas för att undvika fuktskador på kallvinden:

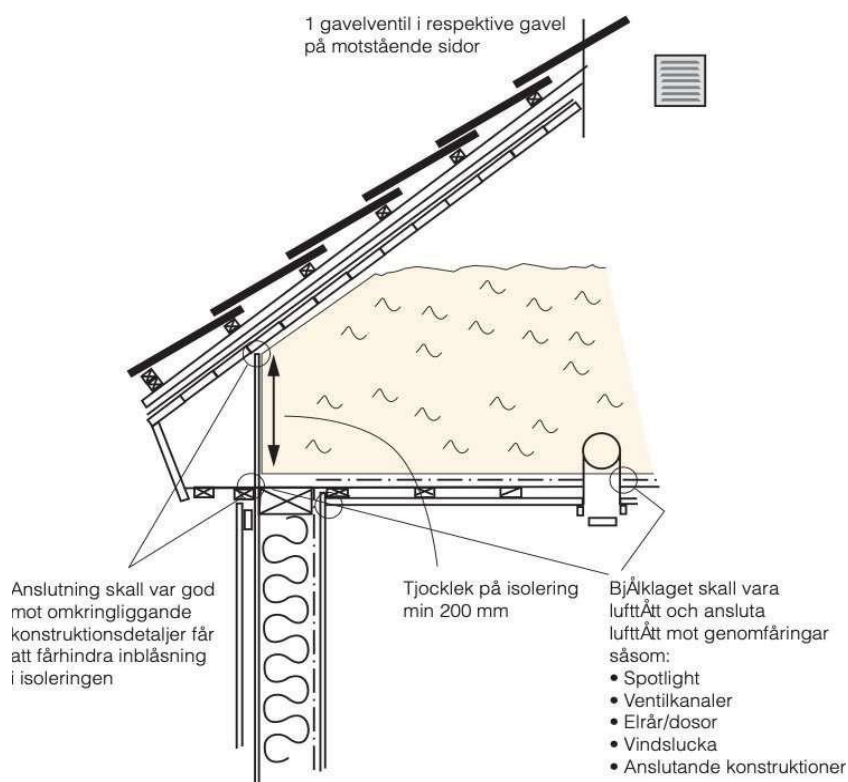
- Vindbjälklaget ska vara lufttätt.
- Undertryck inne ska eftersträvas.
- Yttertaket ska vara vattentätt.
- Se till att byggfukt kan torka vilket kan kräva speciella insatser.
- Läckage från installationer skall förhindras.

Dessa förutsättningar utesluter inte risken helt och hållet för mögelpåväxt. Det finns även en annan aspekt som minimerar påväxten och det är valet av byggnadsmaterial, vilket tidigare nämnts genom rapportens gång. Valet av byggnadsmaterial kan lösa problem gällande vindsutrymmets fuktförhållanden, men kan vara problematiskt gällande säkerheten, exempel på det är användning av takfolie. För att minska risken av påväxt måste relativa fuktighet i vindsutrymmet sänkas, detta kan göras med hjälp av att öka temperaturen i vindsutrymmet, genom att minimera ventilationen, se tabell 3.

Tabell 3. Tabellen visar hur RF minskar när temperaturen ökar SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) 2004.

Temperatur -ökning	Erhållen RFsänkning
+1 °C	- 6 %
+2 °C	-12 %
+3 °C	-17 %
+4 °C	-22 %
+5 °C	-26 %

I rapporten från SP fastställdes även ett förbättringsförslag gällande utformning av kallvindskonstruktioner, se figur 9. (SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) 2004).



Figur 9. Förslag till ett vindsutförande SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (nuvarande RISE Research Institutes of Sweden) 2004.

Med hjälp av ett styrt ventilationssystem på vinden kan ventilationen på vinden minskas eller ökas, vilket även reglerar fuktförhållandena i kallvinden. Genom sensorer som placeras utomhus och på kallvinden lyckas den styrda ventilationen att torka ut vindsutrymmet, genom att ta in utomhusluft när den har betydligt lägre ånghalt jämfört med luften på kallvinden. För att installationen ska kunna ge de bästa resultaten är det viktigt att bygga en kompakt vindkonstruktion för att nyttja den bästa verkningsgraden, med andra ord en vindkonstruktion utan en ventilerad luftspalt mellan isolering och yttertaket (Nilsson & Thorin 2007). Vid ett forskningsprojekt på Chalmers genomfördes riskanalyser av kallvindar, forskningens resultat visade att kallvindar med styrventilation var ett av de säkrare alternativen gällande hantering av fukt (Hagentoft & Kalagasidis 2013).

3. METOD

3.1 Metodval

För att uppnå rapportens syfte, som var att undersöka olika småhustillverkares byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar, utfördes en litteraturstudie för insamling av data. Teori gällande ämnet hämtades från olika vetenskapliga artiklar och även tidigare rapporter. Information är även hämtad från olika databaser som, Diva, Google Scholar och studielitteratur. Genom insamlat material skapades därmed ett frågeformulär riktat till olika småhustillverkare som är grunden till rapportens undersökning. Frågeformuläret bestod av frågor, förbestämda svarsalternativ, samt alternativsfält för eget svar. Utifrån rapportens upplägg valdes en kvalitativ empirisk ansats. Genom frågeformulärets svar kunde mönster identifieras och samband kunde analyseras. Blandningen av den kvalitativa delen av studien kombinerat med litteraturen resulterade i bred information gällande småhusens kallvindar i Sverige.

3.2 Metodgenomförande

Undersökningens kvalitativa del bestod av ett frågeformulär som skickades ut till 52 olika företag. Företagen var olika slumpmässigt valda småhustillverkare i Sverige med varierande storlek, lokaliserade runt om i landet, där urvalet var riktat till företag som hanterar vindsutrymmen. Frågeformuläret skapades genom Google Forms och skickades ut via e-post till de olika företagens kontaktadresser som angivits på företagens respektive. Frågeformuläret bestod av 13 frågor och inriktade sig kring frågor gällande olika konstruktionstyper av vindar, utformning, skador, hållbarhet, kontroller och problemåtgärder. Där frågorna enbart var riktade kring träbaserade takkonstruktioner.

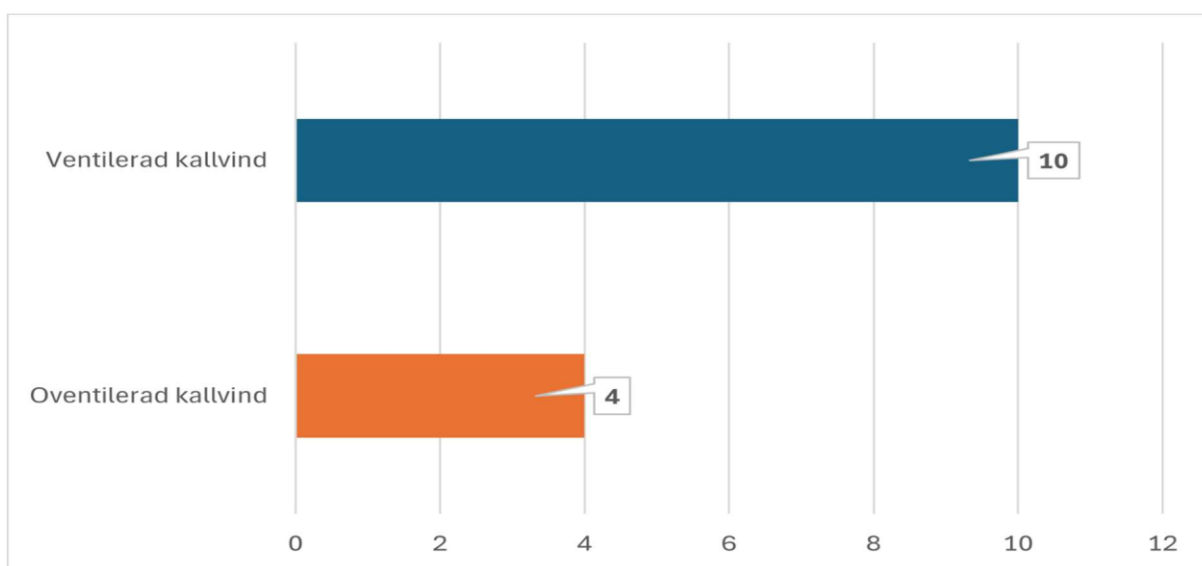
4. RESULTAT

4.1 Utdrag från frågeformulär

4.1.1 Kallvindstyper

Genom litteraturstudiens insamling av data fastställdes information och tillvägagångsätt för att bibehålla kallvindar så hållbara som möjligt. Utifrån det insamlade materialet skickades ett frågeformulär ut till olika småhustillverkare gällande vindskonstruktioner, för att få en bild av vilka byggtekniska lösningar olika småhustillverkare föredrar för en hållbar kallvind. Frågeformuläret finns bifogad i sin helhetsform, se bilaga 1.

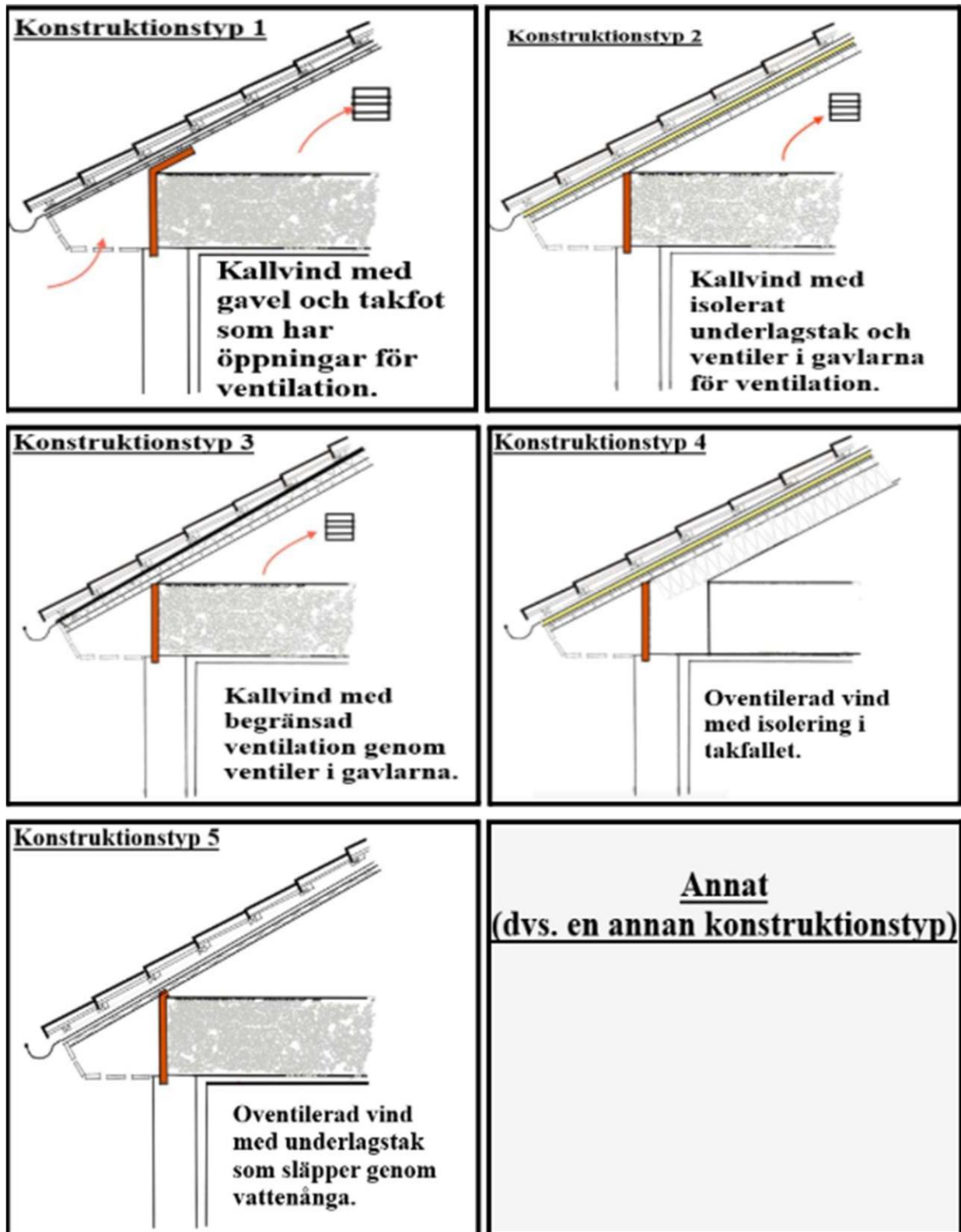
Första frågan som ställdes i frågeformuläret var följande: “Vilken typ av kallvindskonstruktion föredrar ni som husbyggare?”. Där svarsalternativen till frågan antingen var en ventilerad- eller oventilerad kallvind. I figur 10 redovisas svaren som visar fördelningen mellan de två mest förekommande kallvindskonstruktionerna som småhustillverkarna arbetar med.



Figur 10. Fördelning mellan ventilerade- och oventilerade kallvindar.

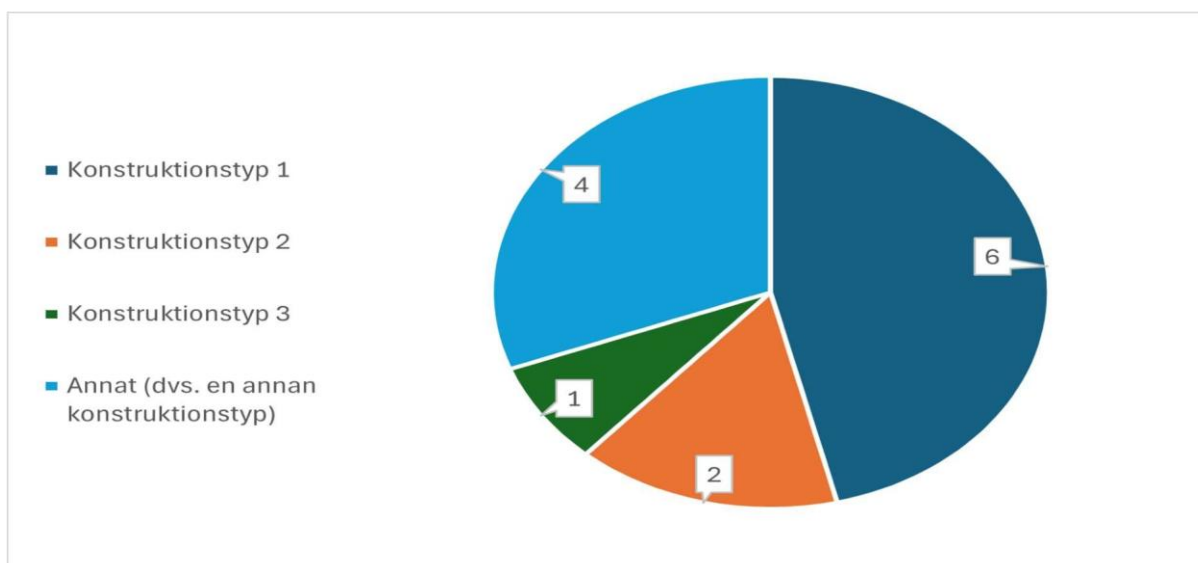
Vid sammanställning av samtliga svar i frågeformuläret visar resultatet att majoriteten föredrar en ventilerad kallvind för att utrymmet då kan kontrolleras, justeras och anpassas i förhållande till omgivningen. Samtidigt som det nämns att skador kan uppstå när fukt når utrymmet från boendeytan genom läckage eller när fuktig uteluft ventileras in i utrymmet. Gällande oventilerade kallvindar föredras de för att skydda mot fuktig luft utifrån. Samtidigt som det dock nämns att den är känslig för fuktig luft inifrån och att det vid minsta bristande marginal gällande tätheten kan resultera i skador.

Gällande frågan: “Vilka av de nedanstående konstruktioner känner ni er mest trygga med?”. Fanns det 6 olika konstruktionstyper att välja mellan, se figur 11. De olika alternativen var, en kallvind med gavel och takfot som har öppningar för ventilation, en kallvind med isolerat underlagstak och ventiler i gavlarna för ventilation, en kallvind med begränsad ventilation genom ventiler i gavlarna, en oventilerad vind med isolering i takfallet och en oventilerad vind med ett ångdiffusionsöppet underlagstak. Det fanns även möjligheten att välja alternativet “annat (dvs. en annan konstruktionstyp)”.



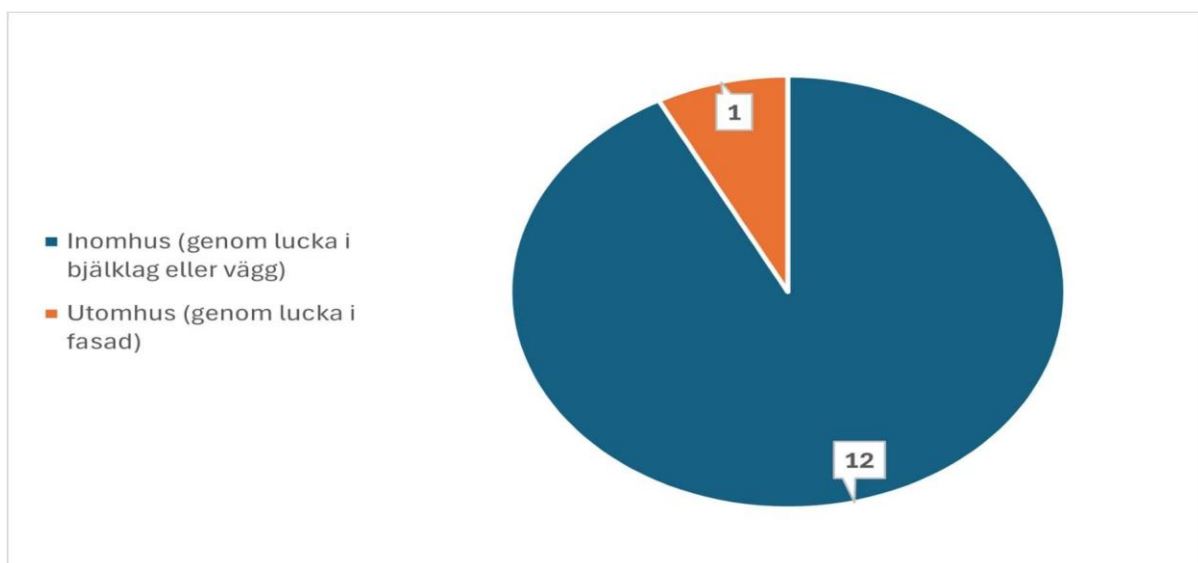
Figur 11. Olika konstruktionstyper.

Majoriteten av småhustillverkarna föredrar och känner sig trygga med konstruktionstyp 1 som är en kallvind med gavel och takfot, som har öppningar för ventilation. Denna konstruktionstyp betraktas som den traditionella kallvinden och är populär för att den ventilerar på ett bra sätt, se figur 12.



Figur 12. Fördelning gällande olika konstruktionstyper.

En annan fråga som ställdes var följande: “Hur föredrar/bygger ni ingången till kallvinden?”. Svartalternativen som husbyggarna kunde välja mellan var antingen, inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg) eller utomhus (genom lucka i fasad). I figur 13 redovisas vilken typ av ingång som småhustillverkarna föredrar/bygger, det vill säga ingången till kallvinden.

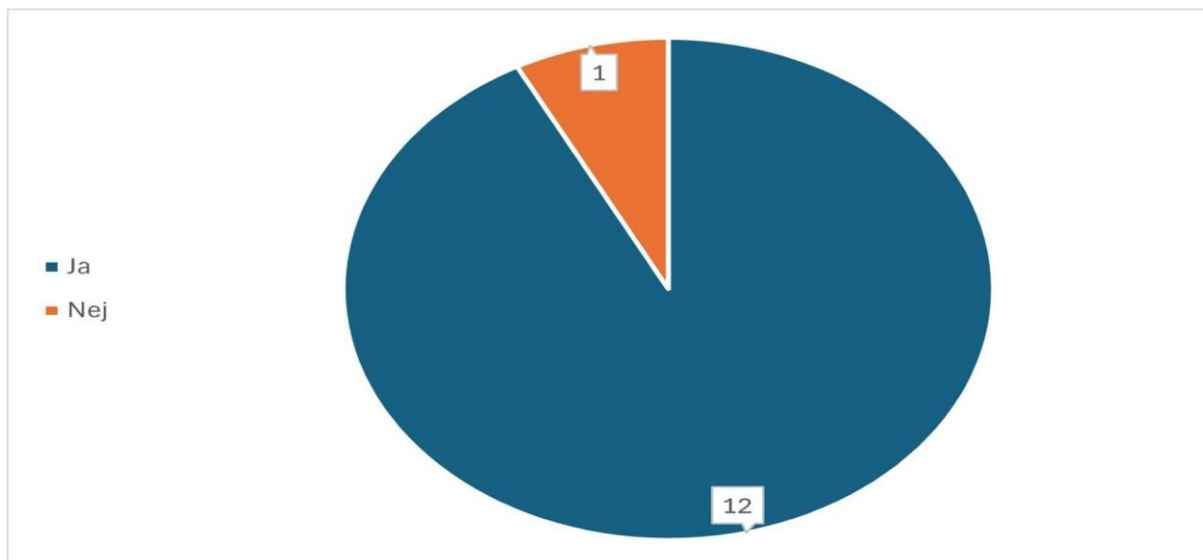


Figur 13. Fördelning mellan kallvindars olika ingångar.

Resultatet visar att ingång till kallvinden genom lucka inomhus föredras av majoriteten. Ur ett byggt tekniskt perspektiv innebär det att luftomväxling mellan boendeytan och kallvindars utrymmen sker när luckan öppnas, eller om det finns luftläckage, vilket kan påverka kallvindar olika. Beroende på vald konstruktionstyp eller om utrymmet är förutsatt att vara en ventilerad eller oventilerad variant, kan risken för skador se olika ut.

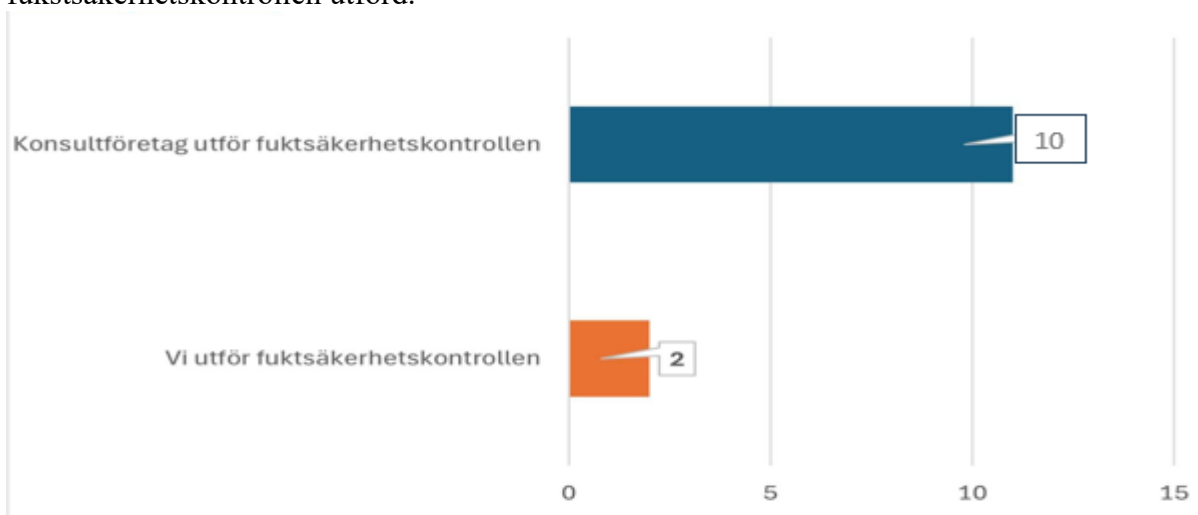
4.1.2 Fuktsäkerhet

För att få en inblick av småhustillverkarnas hantering gällande fukt ställdes följande fråga: “Utför ni som husbyggare fuktsäkerhetskontroll hos era konstruktioner?”. Där svarsalternativet till frågan antingen var, ja eller nej. Majoriteten utav husbyggarna hävdar att de utför någon typ av fuktsäkerhetskontroll hos sina konstruktioner, figur 14 redovisar vad de olika husbyggarna har svarat.



Figur 14. Fördelning gällande fuktsäkerhetskontroll.

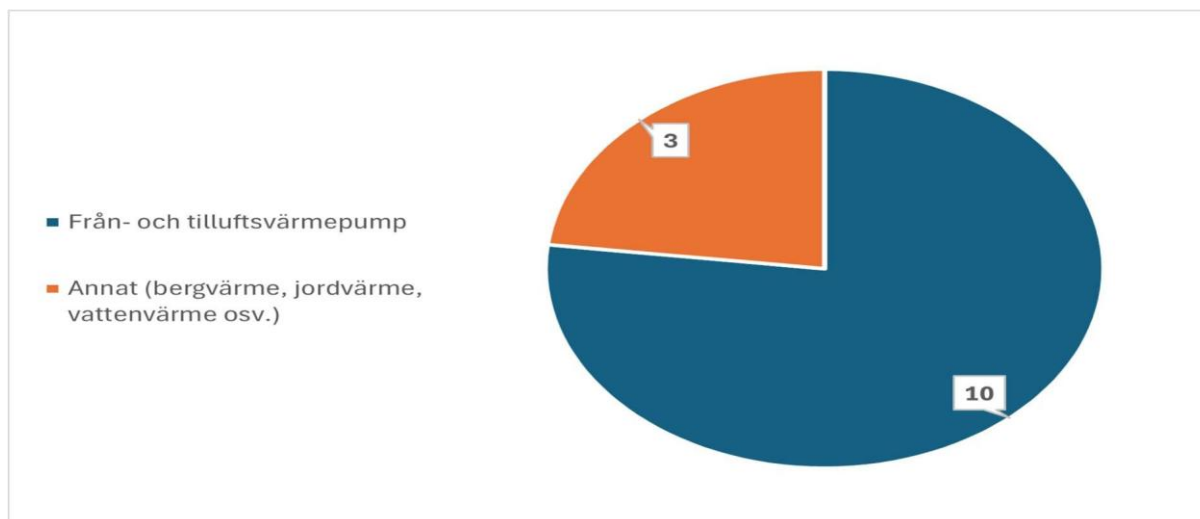
Som följdfråga undersöktes följande: “Om ni svarade JA på föregående fråga, utför ni någon typ av fuktsäkerhetskontroll själva eller med hjälp av någon konsult?”. Där svarsalternativen till frågan antingen var “vi utför fuktsäkerhetskontrollen” eller “konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen”. Figur 15 redovisar hur de olika husbyggarna får fuktsäkerhetskontrollen utförd.



Figur 15. Fördelning gällande utförande av fuktsäkerhetskontroll.

Resultatet visar att majoriteten tar hjälp av konsultföretag som utför någon typ av fuktsäkerhetskontroll hos husbyggarnas konstruktioner. Med hjälp av konsultföretag som är specialiserade inom fukthantering, garanteras säkra och detaljerade analyser av certifierade experter. Något som inte blir fallet om fuktsäkerhetskontroller skulle genomföras av någon som är mindre insatt och utrustad gällande fukthantering.

Vidare ställdes följande fråga “Hur värms era hus upp?” Frågan ställdes för att ta reda på vilken typ av värmekälla som de olika småhustillverkarna föredrar. Svartalternativen till frågan var antingen frånluftsvärmepump, annat (bergvärme, jordvärme, vattenvärme osv.) eller från- och tilluftsvärmepump. Beroende på vilken värmekälla som används, kan antaganden göras utifrån de termiska drivkrafterna och tryckskillnader som kan uppstå i en byggnad, som vidare kan ge en bild på hur vald värmekälla kan påverka fuktsäkerheten hos ett hus. Figur 16 redovisar vilken typ av värmekälla som de olika småhustillverkare föredrar att använda.



Figur 16. Fördelning gällande värmekällor.

Majoriteten av småhustillverkarna föredrar en från- och tilluftsvärmepump. Anledningen till att användning av en från- och tilluftsvärmepump föredras, är för att det är en värmekälla kombinerat med ett ventilationssystem, vilket gör uppvärmning och luftflödet kontrollerbart. Som i sin tur innebär att temperaturer och fuktnivåer i luften kan regleras utifrån behov, vilket kan vara hjälpsamt gällande hantering av kallvindars fuktillskott.

I övrigt ställdes även frågor som hade alternativsfält för eget svar. De frågorna ställdes huvudsakligen för att ta reda på småhustillverkarnas upplevelser gällande skador hos kallvindar, samt för att ta reda på vilka typer av skador det har handlat om. Vidare ställdes även frågor om hur de skadorna kan motverkas och frågor gällande byggtekniska lösningar som leder till en hållbar kallvind. Utifrån svaren kunde tydliga samband dras mellan de olika småhustillverkarna.

Utifrån respondenternas olika svar ska en kallvind ha lösull i vindbjälklaget och underlagspapp under yttertaket för att hålla den så hållbar som möjligt. Vidare nämns skador som de upplevt hos en felkonstruerad kallvind. Det nämns att kondensbildning leder till mögelpåväxt som främst drabbar råsponten, takstolar och nedsmutsat material. Respondenterna fastställer även olika åtgärden för att förhindra eller avlägsna skador. De menar att ångspärr/luftspärr bör kontrolleras genom provtryckning för att säkerställa bra lufttäthet, att täthet vid genomföringar och vid vindslucka bör kontrolleras samt att vindisoleringen bör kontrolleras. I mer kritiska fall där skador redan har skett, ska fokuset riktas kring sanering eller byte av material. Åtgärder som ska tas då skador redan skett anser de är torkning av vindsutrymmet och kontrollering av luftflödet. Vidare sägs det att arbetsutförandet är viktigt samt att fuktförhållandena under byggtiden är betydelsefulla.

Vid sammanställning av respondenternas svar, visade det sig att alla småhustillverkarna som hanterar kallvindar, allra främst upplevt fuktskador till följd av att ångspärren inte har varit tillräckligt lufttät. De menar att fuktskador uppstår när varm och fuktig luft från boendeytan når upp till kallvindsutrymmen. Det poängteras och läggs extra betoning kring hur viktigt det är att kallvindskonstruktioner är upplagda på rätt sätt vid startskedet, för att på allra bästa sätt förhindra skador. Det nämns att utförarna ska vara duktiga arbetare, som har fått utbildning och information gällande hur viktigt det är med en tät ångspärr. Samtliga respondenter som har upplevt skador hos sin kallvind, har nämnt att en otät ångspärr/luftspärr har varit främsta orsaken till skadorna. Alltså är det 100 % av respondenterna som använder en kallvind (oavsett konstruktionstyp), som menar att lufttätheten är främsta anledningen till skador.

Vidare nämns ytterligare aspekter utöver lufttätheten, som respondenterna har bedömt som viktiga. Det är viktigt med tjocklek på isoleringen, att det finns en vindskiva som skyddar isoleringen samt att luftspalten ska vara ventilerad. För privatpersoner rekommenderar respondenterna att de ständigt inspekterar vinden (speciellt under höst och vinter), vindsventilationen, yttertaket, ytterlagstak. Samtidigt som de tillägger att vindsutrymmet inte skall användas som ett förråd och att vindsluckan måste vara ordentligt tät. För att ytterligare kunna ha en hållbar kallvind nämns även tillämpning av styrd ventilation.

5. ANALYS OCH DISKUSSION

Genom frågeformuläret som skickades ut undersöktes olika småhustillverkares preferenser gällande vindkonstruktioner. Undersökningen visade att majoriteten av småhustillverkarna föredrar ventilerade kallvindar över oventilerade vindar.

Enligt frågeformuläret kunde det fastställas att skadorna som de ventilerade kallvindarna utsatts för, främst har varit på grund av att ångspärren haft en låg lufttäthet istället för en måttlig eller hög täthet. Som tidigare nämnts i rapporten så sitter ångspärren mellan innertaketets insida och isoleringen, upp mot vinden. Den har som uppgift att förhindra den varma och fuktiga luften att ta sig ut från husets varma insida ut till vindbjälklaget. Om ångspärren inte utför sin uppgift tillräckligt bra resulterar det då i att ventilerade tak som inte är täta nog drabbas av fuktskador och även mögelpåväxt.

Det beskrevs att otätheter som finns i vindbjälklaget, kombinerat med varm och fuktig luft från boendeytan är skadligt. Alltså att varm och fuktig inomhusluft från innertaketets insida nått upp till vindbjälklagets kallare ytor och därmed kondenseras, att även det bidrar till fuktskador. Ett sådant fall är ganska förekommande i hus som har ett ventilerande självdragssystem, däremot är det viktigt att isoleringen är noggrann och jämn mellan innertaketets varma sida och vindbjälklagets kalla sida, oavsett vilket ventilationssystem som används för att minska risken för fuktskador.

Enligt undersökningen visade det sig att konstruktionstyp 1 var det alternativet som främst föredrogs, se figur 11. Konstruktionstyp 1 består av en kallvind med öppningar i både takfot och gavlar. Det andra alternativet i rangordningen var konstruktionstypen ”annat” det vill säga en konstruktionstyp som inte presenterades i frågeformuläret. Till sin fördel har en ventilerad kallvind (konstruktionstyp 1) möjligheten att ventilerar fuktig luft inifrån och även byggfukt.

I princip konstruerar de flesta husbyggarna kallvindar på samma sätt, gällande utformning av en fuktsäker kallvind. Utifrån undersökningens svar kan det konstateras att en hållbar kallvind har lösull i vindbjälklaget och självdrag genom takfoten. Användning av underlagspapp under yttertaket var ett förekommande svar som enligt företagen krävs för en hållbar vind, i kapitel 2.6.1 utfördes litteraturstudier med mål att ta fram förbättringsförslag för kallvindar, där det nämndes att tilläggsisolering av yttertaket mellan underlagstaket och råspont bidrar till en jämnare temperatur på vinden.

Alla marginaler och detaljer måste vara nästintill perfekta för en hållbar kallvind. Just därför är det viktigt att projekteringen av kallvindar utförs noggrant, minsta lilla slarv kan leda till att skador träder fram i olika former. Enligt undersökningen kunde det fastställas att skador i form av mögelpåväxt och svampåväxt främst var förekommande på råsponten, takstolar, biobaserat material, eller nedsmutsat material hos kallvindarna.

Med det sagt så är den viktiga frågan, hur kommer det sig att kallvindar i Sverige drabbas av dessa skador? Och vad är den största orsaken till att de drabbas? Enligt den informationen som fastställts genom rapportens gång så kan dessa frågor besvaras.

Enligt informationen som samlats in genom rapportens gång, så kan det konstateras att främsta anledningen till vad som orsakar skador i kallvindar är dåligt utförande av konstruktionen, exempelvis att tätheten och ventilationen inte är tillräckligt bra. Fukt som når upp till vinden via läckage i klimatskärmen kan vara en negativ påverkande faktor. Uppfuktning i samband med byggnation, kan bidra till skador närmaste tiden därpå.

För att få fuktsäkra kallvindar bör vindisoleringen, lufttillflödet och fuktnivån kontrolleras. Om otätheter i klimatskärmen finns bör de åtgärdas, det ska vara så lufttätt som möjligt så att varm och fuktig luft från boendeytan inte når kallvindsutrymmet. Det är viktigt att ångspärren är inspekterad och säkerställd att den klarar av kraven som ställs. Drabbas kallvindar av skador som mögelangrepp kort tid efter den har konstruerats, så kan problemet omedelbart åtgärdas genom att mekaniskt avlägsna påväxten, detta genom att slipa bort angreppet för att sedan fungicid behandla drabbade ytan.

Om kallvinden har varit verksam under en längre period kan problemen vara mer svårlösta. Vid det fallet ska de fuktskadade ytorna identifieras för att sedan torkas ut, något som exempelvis kan göras med hjälp av fläktar, vidare åtgärder tas om det inte skulle avlägsna skadorna.

Möjligheten att vända sig till saneringsfirmor som avlägsnar angreppen är också ett alternativ. I vissa fall slarvas det vid fastställandet av duk eller luftspaltskivor som gör att eventuell kondens som bildas under råsponen direkt kommer i kontakt med isoleringen, vilket medverkar till sämre förhållanden och i värsta fall måste då råsponen bytas ut helt och hållet.

För att bibehålla en hållbar kallvind måste den ständigt inspekteras för att miljön ska vara godtagbar nog. Att utföra konstruktionen detaljerat och med noggrannhet från start är bästa åtgärden för att motverka skador i kallvinden. Just därför är det viktigt att arbetet utförs av utbildade utförare, utförarna måste ha tillräckligt med kunskap och förståelse gällande innebörden av arbetet, samt känna till vikten av bra luft- och vattentäthet hos ångspärren.

Undersökningen av småhustillverkarnas byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar, utfördes genom en kvalitativ metod som ansats, detta för att analysera småhustillverkarnas olika tillvägagångsätt och även för att kunna identifiera olika samband. Svaren från de olika småhustillverkarna i frågeformuläret var liknande vid sammanställning, och tydliga resultat kunde identifieras. Däremot hade utförandet kunnat ske annorlunda för ännu mer generaliserade och övertygande resultat.

Frågeformuläret skickades ut till 52 olika företag, men det visade sig att svarsfrekvensen efter det första utskicket enbart resulterade i 7 svar, därmed skickades en påminnelse om att besvara enkäten. Även uppföljande telefonsamtal genomfördes som påminnelse till företagen att besvara frågeformuläret. Påminnelsen resulterade i att frågeformuläret sammanlagt besvarades av 14 företag.

Med tanke på den låga svarsfrekvensen finns en möjlighet att frågeformuläret som skickades ut via e-post inte nådde ut till alla företagen, det kan ha varit att e-posten hamnade i skräpposten. Dessutom finns risken att oklarheter uppstod, just när ett digitalt frågeformulär ska besvaras utan extra tydliggörande kring frågorna, vilket kan vara anledningen till att enbart 13 av de 14 deltagande småhustillverkarna besvarade alla frågorna. Något som möjligen inte hade skett om frågorna ställdes muntligt. Som utveckling av studien hade därför frågorna antingen ställts genom fysiska möten eller via telefonmöten med småhustillverkarna, för att minimera eventuella felkällor.

6. SLUTSATS

Det finns många äldre kallvindskonstruktioner med otätt vindbjälklag, som då innebär att de enkelt kan utsättas för fuktproblem på grund av luftläckaget. I nya byggnader har stort fokus lagts på bra lufttäthet i kombination av god energieffektivitet.

För att hålla en kallvind hållbar, är det viktigt att vald konstruktionstyp kan regleras i samspel med omgivande miljö. Valet av byggtekniska lösningar och beståndsdelarna ska vara utformade och anpassade utifrån det som är lämpligast för lokalisering och klimat, för att på bästa sätt minimera risken för fukt- och mögelskador hos olika typer av kallvindsutrymmen. Rapportens undersökning visade att majoriteten av småhustillverkarna, använder samma byggtekniska lösningar, för att skydda kallvindsutrymmen från fuktig luft och motverka fukt- och mögelskador.

Rapportens undersökning visade att 46 % av småhustillverkarna känner sig tryggast med den traditionella utformningen av en kallvind, det konstaterats även att det allra viktigaste för en fuktsäker vind är följande:

- Att ångspärren och vindbjälklaget är helt lufttätt.
- Att det ska finnas en ventilerad luftspalt, samt en vindskiva som skyddar isoleringen.
- Att styrd ventilation är verksamt i utrymmet, så att luften utåt kan styras.

Valet av rätt täckmaterial som används på yttertaken, är en byggteknisklösning som påverkar fukt- och värmetransporten hos kallvindar. Ett bra materialval som anses vara optimalt för kallvindar är råspont. Detta är på grund av att råsponten har hygroskopiska egenskaper som innebär att den kan uppta eller avge fukt, något som är bra för att minimera risken av kondensbildning i kallvindsutrymmen. Med hjälp av styrd ventilation blir vindsutrymmets klimat mer justerbar och kontrollerbar. Mängden från- och tilluft, luftens temperatur och fukthalt kan då regleras utifrån behov. Detta minimerar fuktskador och minskar även mögelpåväxten.

För att motverka fukt- och mögelskador hos kallvindar är det viktigt att de projekteras på ett noggrant och detaljerat sätt. Risken är betydligt större hos en oventilerad vind jämfört med ventilerad kallvind, vid minsta bristande lufttäthet kan det oventilerade utrymmet bli drabbad av skador och påväxt genom luftläckaget. Undersökningen visade att 71 % av småhustillverkarna föredrar ventilerade kallvindar och att 29 % av småhustillverkarna föredrar oventilerade kallvindar, främst för att en ständigt inspekterad och välkonstruerad ventilerad kallvind medför mindre besvärligheter.

Det är av stor betydelse att vidare undersöka husbyggarnas byggtekniska lösningar för hållbara kallvindar. Information gällande alla varianter och hybridutformningar har inte undersökts i denna rapport, som innebär att det finns rum för ytterligare analyser och rapporter gällande ämnet. Framtida arbeten skulle kunna förstärkas genom undersökningar med inkludering av fler husbyggare, gällande strategier och tillvägagångssätt hustillverkarna använder sig av för att kunna minimera fukt- och mögelskador i olika typer av kallvindsutrymmen.

REFERENSER

Acetec (u.å.). *Problem med mögel på vinden?*

<https://www.acetec.se/m%C3%B6gel-p%C3%A5-vinden/> [15-03-2022].

Ahrnens, C. & Borglund, E. (2007). Fukt på kallvindar – en kartläggning av småhus i Västra Götalands län. Hämtat från <https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/40279/1/40279.pdf> den [26-02-2022].

Andersson, A. (2022). Kallvind. *Polarpumpen* [blogg], 4 februari.

<https://blogg.polarpumpen.se/lexikon/kallvind> [04-03-2022].

Anticimex (2017). *Hur mår huset?*

https://mypages.anticimex.com/sv/SysSiteAssets/anticimex_hur_mar_huset_pdf_uppslag.pdf/ [14-03-2022].

Arfvidsson, J & Haderup, L-E. (2008). *Fuktsäkerhet i kalla vindsutrymmen*. Avdelningen för Byggnadsfysik. Lund. Rapport TVBH-3050.

Björk, F. (2005). *Takguide*. Hämtat från

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:421722/FULLTEXT02.pdf> [13-02-2022].

Borgunda (2012). *Isolering*.

<https://www.borgunda.se/isolering/> [20-03-2022]

Boverket (2011a). *Lufttäthet och fukt*. Boverkets byggregler. Boverket.

<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/fuktsakerhet/lufttathet-och-fukt/> [16-03-2022].

Boverket (2011b). *Konsekvensutredning*. Boverket. Hämtat från

<https://www.boverket.se/contentassets/5398e52d625a474c907152fed391058d/konsekvensutredning-bfs-2011-27-bbrad-1.pdf> [01-018-2022].

Boverkets byggregler. (2011) *Högsta tillåtna fukttillstånd*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/fuktsakerhet/hogsta-tillatna-fukttillstand/> [12-03-2022].

Boverkets författningssamling. (2006) *Yttertak och vindsutrymmen*

<https://www.boverket.se/contentassets/3108c5069a60495380949c906e9c6f0b/bbr-12-ovk.pdf> [12-03- 2022].

Brisman, J. (2021). *Fukt- och mögelrelaterade hälsobesvär*.

<https://www.internetmedicin.se/behandlingsoversikter/arbets-och-miljomedicin/fukt-och-mogelrelaterade-halsobesvar/> [22-03-2022].

Burström, P & G. (2001). *Byggnadsmaterial – Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Studentlitteratur, Lund. ISBN 91-44-01176-8.

Dinbyggare (2018). *Betonpannor – om takpannor av betong*.<https://www.dinbyggare.se/betonpannor-om-takpannor-av-betong/> [15-03-2022].

Energimyndigheten (2005). *Att tilläggsisolera hus – fakta, fördelar och fallgropar*. Kristianstad: Energimyndigheten. <https://energimyndigheten.a.w2m.se/ResourceComment.mvc?resourceId=109685> [20-03-2022].

Energybuilding (2018). *Självdagsventilation- så fungerar det!* <https://www.energybuilding.se/sjalvdagsventilation-4/> [17-03-2022].

Folke, B. Mattson, B & Johannesson, G. (2001). *Skador i småhus – Gamla beprövade misstag?* Avdelning för byggnadsteknik, inom byggvetenskap. Kungliga Tekniska Högskolan. Stockholm. ISSN 1404 – 9457.

Friskahemsverige (u.å.). *Om vinden*. <https://www.friskahemsverige.se/pages/om-vinden> [11-01-2022].

Hagentoft C, E & Kalagasidis, A, S. (2013). *Fuktsäkra kallvindar – bedömning utifrån riskanalyser av funktion och kostnad*. Hämtat från <https://issuu.com/byggteknikforlaget/docs/4-13/26> den [26-02- 2022].

Hägerhed Engman, L & Samuelson, I. (2006), *Redovisning av fältundersökning och forskningsprojekt: Kalla Vindar – problem och förbättringar*. Hämtat från http://fuktsaker.se/wp-content/uploads/2017/10/LH-BT-4_06.pdf den [28-02-2022].

Hansen, T. & Moeller, E.B. (2019). *Hygrothermal performance of cold ventilated attics above different horizontal ceiling constructions: Full-scale test building*. Journal of Building Physics, 44(1), 67-91. doi:10.1177/1744259119894028.

Icell (u.å.). *Isoleringens historia – då och nu*. <https://icell.se/cellulosaisolering/isoleringens-historia-da-och-nu/> [16-03-2022].

Kalagasidis, A-S. (2015). *The whole model validation for HAM-TOOLS. Case study: hygrothermal conditions in the cold attic under different ventilation regimes*. Hämtat från https://www.researchgate.net/profile/Angela-Sasic-Kalagasidis/publication/265311937_The_whole_model_validation_for_HAM-Tools_Case_study_hygro-thermal_conditions_in_the_cold_attic_under_different_ventilation_regimes/links/54c3d57a0cf256ed5a9282b5/The-whole-model-validation-for-HAM-Tools-Case-study-hygro-thermal-conditions-in-the-cold-attic-under-different-ventilation-regimes.pdf den [28 02 2022].

Karlsson, H & Mårtensson, D. (2006). *Oljekrisen 1973*. Hämtat från <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1326001&fileId=1326002> [18 03 2022].

Kurkinen, K. & Österlund, J. (2011). *Utvändigt isolerade kalltak*. *Bygg & Teknik*, (4), 31–35.

Ljungby Fuktkontroll & Sanering AB (2020). <https://www.lfs-web.se/mogel-vind-fragor.htm> [22-03-2022].

Lstiburek, J. (2006). *Understanding Attic Ventilation*. New York: Ashrae, ss.36-42.

Nilsson Forsaeus, S & Thorin, M (2007). *Styr ventilation av kallvindar – praktiska erfarenheter*. Hämtat från <https://issuu.com/byggteknikforlaget/docs/4-07> [03-03-2022].

Nordlund, B. (2018). *Se upp med fukt på vinden*. <https://www.villaagarna.se/radgivning-och-tips/inomhus/mogel/se-upp-med-fukt-pa-vinden/> [14-03-2022].

Nytt & viktigt (2015). *Fukttransport*. <https://nyttochviktigt.byggutbildarna.com/grundlaggande-byggteknik-fuktorelser/> [20-03-2022].

Polygongroup (u.å.). *Fukttransport*. <https://www.polygongroup.com/sv-SE/Nyheter/fukttransport/> [20 03 2022].

RISE Research Institutes of Sweden [Tidigare: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut] (2004). *Uteluftsventilerade vindsutrymmen över vindsbjälklag*. Borås: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut. Hämtad från https://krylboisolering.se/wp-content/uploads/2016/09/sp_info-2004_08_uteluftsventilerade_vindar.pdf

Samhällsbyggaren (2019). *Så har vi alltid gjort – gammal ventilations- och byggteknik är inte alltid rätt*. <https://samhallsbyggaren.se/wp/featured/sa-har-vi-alltid-gjort-gammal-ventilations-och-byggteknik-ar-inte-alltid-ratt/> [22-03-2022].

Samuelson, I & Tobin, L (1988). *Ventilerad platta på mark. Resultat från mätningar på nyproducerad STM-Klimatgrund*. [13-04-2022].

Sara (2015). Risk för fukt på vinden under vintern. *Polargruppen* [Blogg], 11 november. <https://blogg.polarpumpen.se/risk-for-fukt-pa-vinden-under-vintern/> [10-04-22].

SBN (1980). *Svensk Byggnorm*. Stockholm, Statens planverks författningssamling. ISSN: 0348-1441

Sikander, E & Oloffson-Jonsson, A. (1998). *Lufttäthet i hus utan plastfolie*. Bygg & teknik 5/98.

Svenskventilation (2018). *FTX- Ventilation med värmeåtervinning*. <https://www.svenskventilation.se/ventilation/olika-satt-att-ventilera/ftx-varmeatervinning/> [15-04-2022].

Swedisol (2016). *Att tilläggsisolera*. <http://media.energikontor.se/2016/10/Att-tillaggsisolera.pdf> [03-02-2022].

Tanfors, J & Elvingson, F. (2016). *Utvärdering av begränsat ventilerade vindar*. <https://issuu.com/byggteknikforlaget/docs/4-16>

Teknikhandboken (u.å.). *Diffusion*. <https://www.teknikhandboken.se/handboken/paverkan-pa-tak-och-fasader/inre-paverkan/diffusion/> [12-03-2022].

Tobin, L & Samuelson, I. (2004). *Hur ska vindar ventileras?* Hämtat från https://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/Publikationer/Bygg-Teknik/4_04_17.pdf [03-03-2022].

Tobin, L. (2020). *Hur fungerar ett uteluftsventilerat vindsutrymme över ett välisolerat vindsbjälklag?* Anneling Tobin Consult AB. <https://isolerarna.se/wp-content/uploads/2020/04/uteluftsventilerat-vindsutrymme-ver-ett-vlisolerat-vindsbjlklag.pdf>

Träguiden (2003). *Mikroorganismer*. <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/bestandighet1/mikroorganismer1/> [13-03-2022].

Träguiden (2007). *KL-trä och värmelagring och fuktbuffring*. KL-trä och värmelagring och fuktbuffring - TräGuiden (traguiden.se) [13-03-2022].

Träguiden (2017). 9.1 KL-trä och varmelagring och fuktbuffring. <https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-och-varme-och-fukt/9.1-kl-tra-och-varmelagring-och-fuktbuffring/kl-tra-och-varmelagring-och-fuktbuffring/> [22-03 -2022].

Wahlgren, P. (2010). *Goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar*. Borås: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut. ISSN: 978-91-86319-45-8.

Wetterbrandt, E. (2017). *Luftburen värme, termisk komfort och energianvändning. Jämförelse av värmesystem för ett flerbostadshus*. Avdelning för installations- och energisystem. Kungliga Tekniska Högskolan. Stockholm. ISSN 0284-141X.

Rose, W.B. & Tenwolde, A. (2002). Venting of attics & cathedral ceilings. *Ashrae Journal*, October. <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2002/rose02a.pdf>

BILAGA 1 - FRÅGEFORMULÄR

Frågeformuläret skickades ut 30 mars 2022.

Kallvindar

Över tid har kallvindskonstruktionen undersökts och behandlats i flera rapporter och artiklar. Detta eftersom vindskonstruktioner vid vissa skeden inte fungerar optimalt med avseende på fukt- och temperaturförhållanden. Detta kan hända på grund av flera olika anledningar, men för den enskilda husägaren kan fukt- och mögelskador dyka upp som en otrevlig överraskning. För att motverka skador i vindsutrymmet, undersöks därför småhustillverkares hållbarhetslösningar gällande kallvindar i detta examensarbete.

Vilken typ av kallvindskonstruktion föredrar ni som husbyggare?

Ventilerad kallvind

Oventilerad kallvind

(följdfråga) Känner ni till möjliga skador på kallvindskonstruktionen ni föredrar? Isåfall vilka skaderisker anser ni finns?

.....

Vilka av de nedanstående konstruktioner känner ni er mest trygga med?



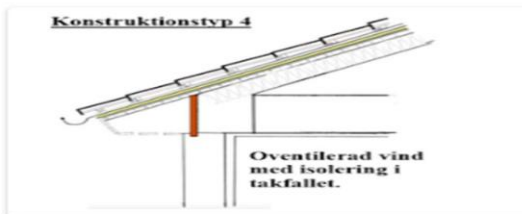
Konstruktionstyp 1



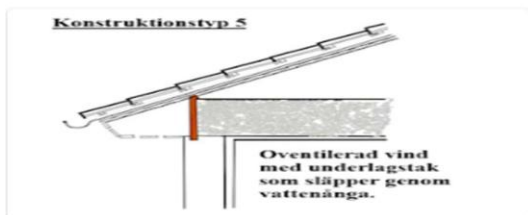
Konstruktionstyp 2



Konstruktionstyp 3



Konstruktionstyp 4



Vilka skador kan uppstå hos en felkonstruerad kallvind?

.....

Beträffande ert förra svar hur skulle ni åtgärda skadan?

.....

Hur konstruerar ni en hållbar kallvind?

.....

Vad kan jag som privat person göra för att förhindra dessa typer av skador på kallvinden?

.....

Vad är den störta orsaken till att dessa skador sker?

.....

Vilken byggtekniskstrategi bör användas vid utformning av tak?

.....

Hur föredrar/bygger ni ingången till kallvinden?

Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)

Utomhus (genom lucka i fasad)

Utför ni som husbyggare någon typ av fuktsäkerhetskontroll hos era konstruktioner?

Ja

Nej

Om ni svarade JA på föregående fråga, utför ni någon typ av fuktsäkerhetskontroll själva eller med hjälp av någon konsult?

Vi utför fuktsäkerhetskontrollen

Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen

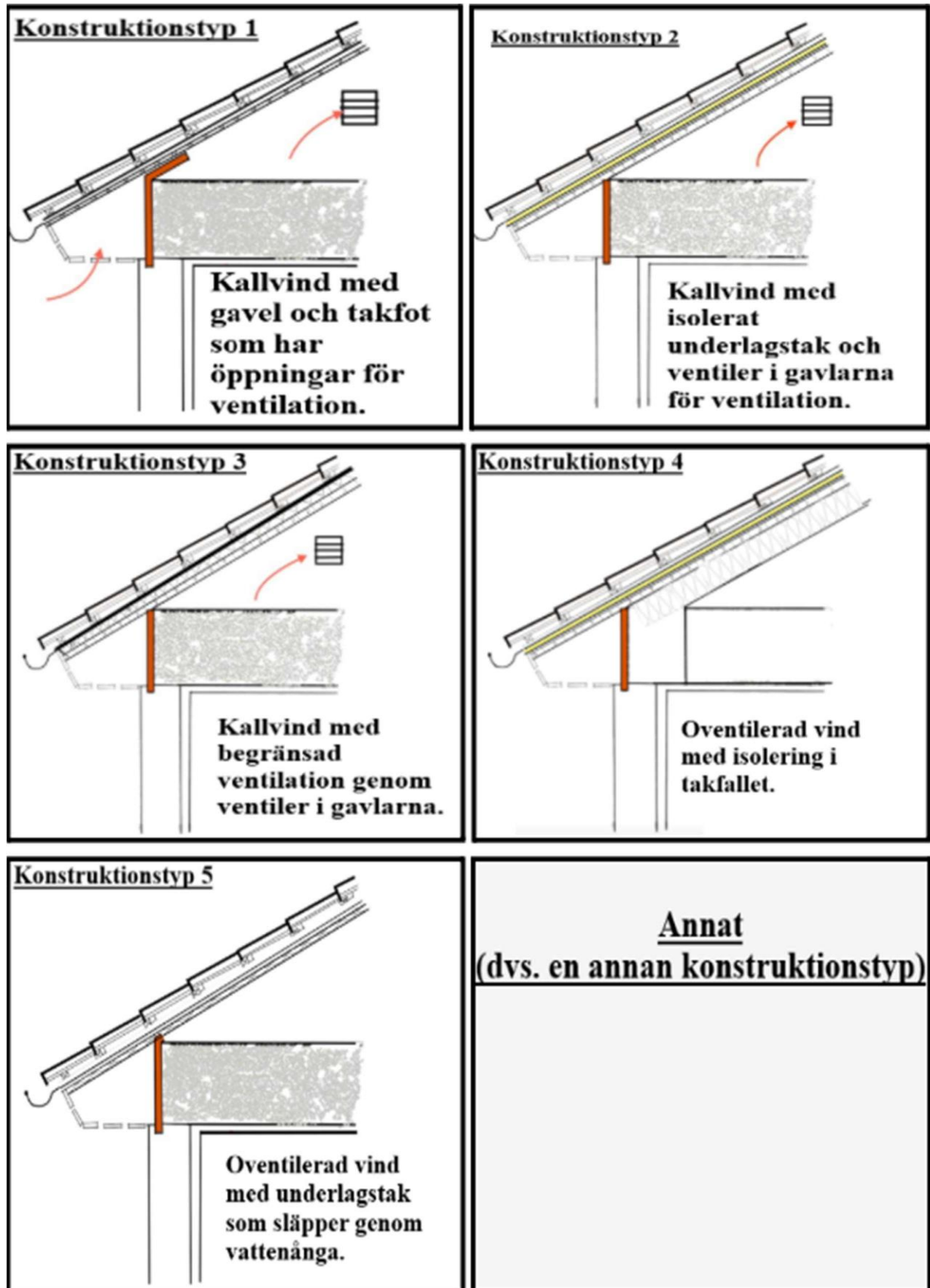
Hur värms era hus upp?

Frånluftsvärmepump

Från- och tilluftsvärmepump

Annat (bergvärme, jordvärme, vattenvärme osv.)

BILAGA 2 - KONSTRUKTIONSTYPER



BILAGA 3 - UTSKICKAT BREV

Undersökning gällande kallvindar

– ↗ ✕

Till |

Kopia Hemlig kopia

Undersökning gällande kallvindar

Hej!

Vi är två studenter från Högskolan i Borås som just nu skriver vårt examensarbete inom Byggingenjörsprogrammet. Ämnet vi har valt att undersöka är: "Kallvindar - Hållbarhetslösningar bland småhustillverkare i Sverige".

Om ni som hustillverkare skulle kunna lägga mindre än 5 minuter för att besvara vårt frågeformulär hade det verkligen uppskattats.

Tack på förhand!

Länk: <https://forms.gle/ht8u117kbwdQnvVE6>

Med vänliga hälsningar

Adjan & Pasinneh.

BILAGA 4 - SVAR FRÅN UNDERSÖKNINGEN

Varken typ av kallvindskonstruktion föredrar ni som småhustillverkare?	(följdfråga) Känner ni till möjliga skador på kallvindskonstruktionen ni föredrar? Isåfall vilka skaderisker anser ni finns?
Oventilerad kallvind	Skador kan uppstå om inte huset får en korrekt täthet i ångspärren mellan den varma och kalla delen - men gör man detta tillräckligt bra blir utfallet gott
Ventilerad kallvind	Nej.
Ventilerad kallvind	Om ett hus har tex fackverkstakstolar över en del av huset sen gå över till saxtakstolar över en annan del så får man en vägg inne i huset som skiljer det kalla klimatet mot det varma och den väggen måste vara isolerad väldigt nog för att inte få köldbrygga.
Ventilerad kallvind	Dålig täthet leder till skador, bland annat vid ångspärren
Oventilerad kallvind	Att vinden inte byggs så lufttät som anvisat.
Ventilerad kallvind	Inga problem rapporterade
Ventilerad kallvind	
Oventilerad kallvind	Använder Ej Kallvind
Ventilerad kallvind	Sällan vi råkar ut för att boende anmäler synlig påväxt på vind. I de projekt som vi har 5-årsbesiktningar ser vi sällan/aldrig synlig påväxt i bostadshusen. 2-årsbesiktning för villor ser vi sällan/aldrig..
Ventilerad kallvind	Skador kan uppstå ifall vinden inte byggs så lufttät.
Ventilerad kallvind	Nej
Oventilerad kallvind	Vi har inte fått några problem rapporterade till oss ännu
Ventilerad kallvind	Vinden har inte varit byggs så lufttät som anvisat, detta leder till fuktskador.
Ventilerad kallvind	fuktig inomhusluft som har tagit sig upp till vinden via otätheter. Kunden har uppsåt med allvarliga skador.

Vilka av de nedanstående konstruktioner känner ni er mest trygga med ?	Vilka skador kan uppstå hos en felkonstruerad kallvind ?	Beträffande ert förra svar hur skulle ni åtgärda skadan ?
Konstruktions typ 3	Fuktutfällnad och risk för påväxt i takkonstruktionen och då främst på Råsponten	Hitta läckaget från den varma sida, dock kan detta vara svårt. Men om det uppkommer så 1 tag bort källan, 2 torka ut, 3 sanera vid behov
Annat (dvs en annan typ av konstruktion)	Fukt skador, med mögelpåväxt som följd	Påväxt måste avlägsnas mekaniskt. Se över lufttillflöde, täta ev. otätheter i diffspärr och vindslucka.
Konstruktions typ 1	Det kan bli kondensbildningar som i sin tur leder till mögelskador..	Om det precis är utfört så ska lösningen ändras. Om det är något som byggdes för ett par år sedan så kan en saneringsfirma som Ocab göra en bedömning om vad som behöver saneras.
Konstruktions typ 1	Fukt skador, kondensbildningar, mögelpåväxt	Genom att se över lufttillflöde, otätheter, kontrollera fukt
Konstruktions typ 2	Påväxt på biobaserat eller nedsmutsat material	Säkerställa lufttäthet och mekaniskt ta bort påväxt.
Konstruktions typ 1	Fukt /mögelpåvisning på råspont och takstolar	Kontrollera diffusionspärr/klimatskärm (provtryckning/termografering) och vindsisolering & genomföringar
Annat (dvs en annan typ av konstruktion)	Att det uppstår kondens och mögelangrepp under råspont	Tyvänn måste man i detta fall byta ut råsponten.
Annat (dvs en annan typ av konstruktion)	Påväxt på underlagssponten	Slipa bort och fungicid behandla.
Konstruktions typ 1	Fukt skador och även mögelpåväxt kan uppstå	Genom att säkerställa lufttätheten
Konstruktions typ 2	Fukt skador och även svamp tillväxt.	Se över diffusionspärr och vindsisolering
Konstruktions typ 1	Kondens kan uppstå även spår av mögelangrepp	Genom att hitta källan/problemet och sedan torka ut det, och till slut sanera ifall det behövs.
Annat (dvs en annan typ av konstruktion)	Påväxt under Råsponten. Fukt skador börjar ske.	Kontrollera vindsolering eventuellt byta ut råsponten.
Konstruktions typ 1	Kondens kan uppstå på takkonstruktionen vilket leder till mögelskador.	Se över otätheter och eventuellt kontrollera lufttillflöde.

Hur konstruerar ni en hållbar kallvind?	Vad kan jag som privat person göra för att förhindra dessa typer av skador på kallvinden?
Tät takfot, tät ångspärr inkl täta skarvar och genomföringar samt svag luftning via få och små ventiler i nock under takpannorna	Låta vindslucka vara stäng
Strypt ventilation. Lösning testad av RISE.	Inte förvara saker på vinden.
Lösull i takstolens underram sen självdrag genom takfoten och ventilationsgaller.	kontrollera så att vinden är ventilerad.
Tät ångspärr	Kontrollera vinden genom att kolla ventilationen och även vindsluckan
Lufttät mot bostaden, minimal luftväxling från uteluften	Säkerställa att fuktig inomhusluft inte letar sig upp på vinden.
Vi använder undertaksventiler nedan nock alt. luftad nock vid råspont . Samt diffusionsöppen undertaksduk när råspont ej är valt.	Se till att luftspalter hålls fria och vinden inte är ett förråd.
vi bygger endast attefallshus med ryggåstak. Sett utifrån är det konstruerat så att vi har betongpannor, läkt, underlagspapp, råspont, luftspalt ca 30 mm, duk, isolering.	Tror tyvärr att det är svårt att kunna förhindra skador om konstruktionen är fel.
Vi använder oss inte av Kallvindar överhuvudtaget ...	
Anpassa tilluftsventilationen och frånluftsventilation, lite luftväxling jämfört med praxis som för 20år sedan.	Inspektera varje år under senare delen av hösten, början av vintern. Hålla utrymmet rent och inte använda som förråd. Yttertak och underlagstak är helt och tätt.
Vi kör kallvind med reducerad ventilation, tät takfot och gavelventiler.	Inte ha för mycket saker på vinden, kontrollera vinden.
Styrd/kontrollerad mekanisk ventilation	Kontrollera inkommande vind genom att se över ventilationen och vindsluckan
Två utformningar med isolerat tak	Inte använda kallvinden som förråd. Inspektera under vintern samt höst.
Med hjälp av isolering, duk, underlagspapp.	Som privat person kan du säkerställa så att den fuktiga inomhusluften inte tar sig upp till vinden. Inte förvara för mycket saker på vinden, dvs använda vinden som förråd.
Vi placeras lösull i underarmarna med hjälp av tex självdrag genom takfoten.	Kontrollera vinden och se över ventilationen

Vad är den största orsaken till att dessa skador sker?	Vilken byggnadsteknisk strategi bör användas vid utformning av tak?	Hur företrar/bygger ni ingången till kallvinden?
Dåligt arbete för att skapa tätet i ångspärren	Informera och utbilda utförarna så de förstår innebörden samt vikten av tätet i takfolien	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Vindslucka som är otät eller att kund använder vind som förråd	Ha koll på diffspärr, tjocklek på isolering,	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Dålig ventilation.	kontrollera så att vinden är avskilt med ett isolerat och ett diffusionstät skikt mellan det kalla och vara utrymmet.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Dålig tätet, dåligt arbete	Tjocklek på isolering och även duktiga arbetare	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Fukt från inomhusluft upp på vinden.	Bra lutning på taket, i övrigt bygg lufttät. Undvik nedsmutsat byggmaterial.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Läckage i klimatskärmen	Tät klimatskärm och måttlig luftning	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Ibland slarvas det med duk eller luftspaltskivor som gör att eventuell kondens som kan bildas under råspont går direkt ned till isoleringen	Se till att man har ventilerad luftspalt mellan isolering och råspont samt skydd för isoleringen med masonite, luftspaltskiva eller duk så kondens inte kan nå isolering	Utomhus (Genom lucka i fasad)
Fukttillskott och kombination av luftväxling och temperatur. Byggnader i skuggigt parti tycker vi kan bidra till påväxt möjligheter.	Lufttätbjälklag, storlek på luftväxling och att RF i underlagstaket under byggtiden och tiden närmast efter är inom gränsvärden.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Fukt från inomhusluft & dålig ventilation	Tjocklek på isolering & ha koll på diffspärr.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Dåligt arbete, otätheter och dålig ventilation.	Bygga lufttät, se även till att RF är inom gränsvärden under byggtiden	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Dåligt arbete, ingen inspektion.	Se till att man har ventilerad luftspalt mellan isolering och råspont samt skyddar isoleringen	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Fukt från inomhusluft och dålig ventilation.	Att man kontrollerar så att vinden är avskilt med isolering mellan den kalla och de varma utrymmet.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Läckage, de vill säga dåligt arbete med duk eller luftspaltskivor som påverkar isoleringen.	Tjocklek på isolering, tät klimatskärm.	Inomhus (genom lucka i bjälklag eller vägg)
Utför ni som småhustillverkare någon typ av fuktsäkerhetskontroll hos era konstruktioner?	Om ni svarade JA på föregående fråga, utför ni någon typ av fuktsäkerhetskontroll själva eller med hjälp av någon konsult?	Hur värms era hus upp?
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Vi utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Nej		Annat (Tex bergvärme, jordvärme, vattenvärme)
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Frånluftsvärmepump
Ja	Vi utför fuktsäkerhetskontrollen	Annat (Tex bergvärme, jordvärme, vattenvärme)
Ja	Konsultföretag utför fuktsäkerhetskontrollen	Annat (Tex bergvärme, jordvärme, vattenvärme)



HÖGSKOLAN I BORÅS

Besöksadress: Allégatan 1 · Postadress: 501 90 Borås · Tfn: 033-435 40 00 · E-post: registrator@hb.se · Webb: www.hb.se