



# Testmetod för funktion och beständighet hos regn- och vindskydd



# Testmetod för funktion och beständighet hos regn- och vindskydd

Utveckling av provningsmetod för verifiering av regn -och vindskydd av folie

Ulf Antonsson

RISE Research Institutes of Sweden





## Förord

E2B2 Forskning och innovation för energieffektivt byggande och boende är ett program där akademi och näringsliv samverkar för att utveckla ny kunskap, teknik, produkter och tjänster.

I Sverige står bebyggelsen för cirka 35 procent av energianvändningen och det är en samhällsutmaning att åstadkomma verklig energieffektivisering så att vi ska kunna nå våra nationella mål inom klimat och miljö. I E2B2 bidrar vi till energieffektivisering inom byggande och boende på flera sätt. Vi säkerställer långsiktig kompetensförsörjning i form av kunniga människor. Vi bygger ny kunskap i form av nyskapande forskningsprojekt. Vi utvecklar teknik, produkter och tjänster och vi visar att de fungerar i verkligheten.

I programmet samverkar över 200 byggtreprenörer, fastighetsbolag, materialleverantörer, installationsleverantörer, energiföretag, teknikkonsulter, arkitekter etcetera med akademi, institut och andra experter. Tillsammans skapar vi nytta av den kunskap som tas fram i programmet.

Testmetod för funktion och beständighet hos regn- och vindskydd är ett av projekten som har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten. Det har letts av Rise Research Institutes Of Sweden AB och har genomförts i samverkan med Isola AB, T-Emballage AB och Siga Cover AG.

I detta projekt har forskarna studerat skiktet som finns utanför isoleringen – det så kallade regn- och vindskyddet. Om skiktet inte fungerar och isoleringsmaterialet blir vått eller vinden kan blåsa igenom det förlorar klimatskalet isolerande förmåga. Projektet har vidareutvecklat en provningsmetod och testbädd så att regn- och vindskydd kan testas i en labbmiljö som efterliknar verkliga förhållanden, vilket efterfrågas i byggindustrin.

Stockholm, 20 januari 2020

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att E2B2 har tagit ställning till innehållet.



## Sammanfattning

Projektet har byggt vidare på erfarenheter från de två tidigare projekten som ingått i E2B2-programmet, projekten 40636-1 och 40636-2 som handlade om lufttätethet i klimatskalet.

I det här projektet har skiktet som finns utanför isoleringen, det så kallade regn- och vindskyddet studerats. Om detta skikt inte fungerar och isoleringsmaterialet blir vått eller att vinden tillåts blåsa igenom isoleringsmaterialet förlorar det sin isolerande förmåga, med högre energianvändning som en av följderna. Avsikten har varit att vidareutveckla provningsmetoden som togs fram i de tidigare projekten. Nu har även skiktets regn- och vindtäthet undersökts.

Provningsmetoden har fungerat bra vid pilotprovningarna. Man kan se en förändring av lufttätheten vid mätningar före respektive efter värmebehandlingen. Vi noterar att alla de tre provande regn- och vindskyddssystemen är mycket lufttäta. Det borgar för en god energihushållning.

Värmebehandlingen har gett varierande resultat. En del mätningar visar ett ökat läckage efter värmebehandlingen medan andra mätningar visar på minskat luftläckage efter värmebehandlingen.

Alla de undersökta regn- och vindskyddssystemen uppvisar en högst varierande grad av läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn). Det faktum att regn- och vindskyddssystemen inte är helt vattentäta är problematiskt då det är en av förutsättningarna för att byggnader långsiktigt ska kunna ha en låg energianvändning. Det kan också vara ett problem då regn- och vindskyddssystemen ibland används i stället för ett separat väderskydd på en byggarbetsplats.

*Nyckelord: Lufttäthet, luftläckage, vattenläckage, slagregn, värmebehandling, klimat, damm*



## Summary

The idea is to further develop results obtained in the earlier projects in the E2B2 program, projects 40636-1 and 40636-2, which focused on air tightness in the building envelopes.

In this project, the idea is to study the layer outside the insulation, the so-called rain and wind protection. If this layer does not work and the insulation material gets wet or the wind can blow through the insulation material, it loses its insulating ability, with higher energy consumption as one of the consequences.

The intention is to further develop the test method from the previous projects and in this project, the rain and wind tightness of the layer is investigated.

The test method has worked well during the pilot tests. A change in air density can be seen during measurements before and after the heat treatment. We note that all three tested rain and wind protection systems are very airtight. This ensures a good energy economy.

The heat treatment has produced slightly varying results, some measurements showing increased leakage after heat treatment, while others show reduced air leakage after the heat treatment.

All the rain and wind protection systems surveyed exhibit a highly varying degree of leakage during a very pulsating wind load (driving rain). The fact that the rain and wind protection systems are not completely waterproof is problematic since it is an important precondition for a long-term low-energy use. This can also be a problem as rain and wind protection systems are sometimes used instead of a separate weather cover on a construction site.

*Keywords: airtightness, air leakage, water leakage, driving rain, heat treatment, climate, dust*



## INNEHÅLL

|   |    |
|---|----|
| INLEDNING OCH ORIENTERING                 | 7  |
| 1 BAKGRUND                                | 8  |
| 2 GENOMFÖRANDE                            | 10 |
| 3 PROVNINGSMETODEN                        | 11 |
| 3.1 PROVUPPSTÄLLNING                      | 11 |
| 3.2 MONTAGE AV REGN- OCH VINDSKYDDSSYSTEM | 12 |
| 3.3 OLIKA MILJÖER FÖR MONTAGE             | 14 |
| 3.4 PROVNING                              | 16 |
| 4 RESULTAT                                | 19 |
| 4.1 REGN- OCH VINDSKYDDSSYSTEM            | 20 |
| 4.1.1 LUFTTÄTHET VID VINDBELASTNING       | 20 |
| 4.1.2 REGNTÄTHET                          | 21 |
| 4.2 REGN- OCH VINDSKYDDSSYSTEM 2          | 22 |
| 4.2.1 LUFTTÄTHET VID VINDBELASTNING       | 22 |
| 4.2.2 REGNTÄTHET                          | 23 |
| 4.3 REGN- OCH VINDSKYDDSSYSTEM 3          | 24 |
| 4.3.1 LUFTTÄTHET VID VINDBELASTNING       | 24 |
| 4.3.2 REGNTÄTHET                          | 25 |
| 5 DISKUSSION                              | 26 |
| 6 FORTSATT ARBETE                         | 27 |
| 7 REFERENSER                              | 28 |
| BILAGA 1                                  | 29 |
| BILAGA 2                                  | 56 |



## Inledning och orientering

Det här projektet behandlar funktion hos regn- och vindtäthetssystem av folietyp avsedda för byggnader med till systemen normalt tillhörande detaljer, såsom folie, tejp, prefabricerade genomföringar med mera.

Avsikten har varit att vidareutveckla provningsmetoden som togs fram vid två tidigare projekt 40636-1 och 40636-2, se E2B2 Rapport 2018:19 [1], som handlade om lufttätthet i klimatskalet. Nu har metoden använts för att undersöka regn- och vindtäthetssystem.

Energimyndigheten har genom utlysningen E2B2 delfinansierat projektet. Jörgen Sjödin har varit Energimyndighetens handläggare. Energimyndighetens projektnummer: 46796-1.

Projektparter har företagen nedan varit, de har dessutom bidragit till finansieringen och med produkter som provats i projektet.

- Isola AB, Jörgen Young och Torbjörn Andersson.
- Siga Cover AG, Jonas Andersson och Martin Polikarpus
- T-Emballage AB, Nils Janbert och Johan Nyman

Jag vill tacka alla som har deltagit med finansieringen, sin kompetens och sina erfarenheter.

Flera andra personer har också bidragit till projektet:

- Eva Sikander, RISE
- Richard Dawson, RISE
- André Martinsson, RISE
- Thomas Hendersson, RISE
- Ricard Prat Riuró, RISE
- Börje Gustavsson, RISE
- Carina Johansson, RISE

Till dessa vill jag också framföra ett stort tack.



# 1 Bakgrund

Klimatskalets yttre lufttätthet kan bidra till att både anblåsning och genomblåsning av isolerskiktet undviks, och därmed ökar ett lufttätt vindsydd möjligheten att isolerskiktet får den funktion som var planerad och projekterad. Lufttättheten kan i detta fall sägas utgöra en "extra" säkerhet för ett lufttätt resultat. Konstruktionens lufttätthet har stor betydelse för en byggnads låga energianvändning [2].

Det blir alltmer uppmärksammat i byggsektorn att de klimatförändringar som är att vänta kommer att påverka våra byggnader. Vi befinner oss i en klimatförändring som påverkar och kommer fortsätta påverka vädermönstren under lång tid framöver. Framtida förändrat klimat kan i sin tur påverka byggnader. Vi kommer att få ett klimat som innebär högre temperaturer och mera regn som resulterar i högre ånghalter i luften. Regnmängden ökar, framförallt så ökar de kraftiga regnen. Det innebär att förekomsten av slagregn mot fasader kommer att öka i framtiden. Om vi redan nu kan beakta riskerna med framtida klimat i samband med nyproduktion samt vid ombyggnad, så kan framtida dyra kompletteringar och ombyggnader undvikas [3].

Forskning, bland annat i Nordamerika, visar att det är svårt eller omöjligt att bygga helt regntäta fasader. Regnvatten förväntas alltså tränga igenom, varför vattnet behöver tas omhand bakom fasaden och ledas ut på ett kontrollerat sätt. Omfattande studier av svenska konstruktioner pekar på samma sak. Det är mer regel än undantag att det läcker in, framförallt i anslutningar vid fasaddetaljer såsom fönster, dörrar, balkonger, ventiler och infästningar etcetera. Resultaten visar att vid kraftig regnbelastning kan betydande vattenmängder, närmare 2 l/h per otäthet kan läcka in i väggen, redan vid relativt små otätheter i fasadskiktet som är vanligen förekommande [4].

Det är i dagens byggande vanligt med ett vindsydd bakom fasadskiktet, men detta skydd är i regel inte avsett att vara regntätt. Vindsyddets primära uppgift är idag att förhindra kall luft utifrån från att blåsa in i isoleringen och försämra isolerfunktionen. Vindsyddet bör dock ha vattenavledande egenskaper. Ibland utsätts också vindsyddet för nederbörd innan fasadbeklädnaden kommer på plats. Att vindsyddet då är regntätt är av yttersta vikt.

Det finns alltså redan idag ett stort behov av att utveckla regn- och vindsäkra lösningar.

Dessutom finns det förbättringspotential inom området Dels förekommer exempel på problem med inträngande vatten i samband med kraftiga regn, och än tydligare i kombination med kraftig vind. Ofta är exemplen orsakade av otätheter vid anslutningar, skarvar och genomföringar i klimatskalet. Dels förekommer kompatibilitetsproblem mellan olika produkter som ingår i regn- och vindsyddet, så som folie, tejper och olika typer av manschetter. Det behövs alltså en systemsyn på klimatskalets alla ingående delar.

En av förutsättningarna för att långsiktigt kunna hålla en låg energianvändning i en byggnad är att fasaden är regn- och vindsyddande. Om den inte är regntät så blir isoleringsmaterialet vått och förlorar därmed sin isolerande förmåga. Om den inte är tillräckligt vindtät blåser det in kall luft in i isoleringsmaterialet och försämrar isolerfunktionen. Även under produktionstiden kan isoleringsmaterialet bli vått om inte regn- och vindsyddssystemet håller ute nederbörden.





Ett regn- och vindskyddssystem får dock inte vara diffusionstätt. Om så skulle vara fallet så finns en betydande risk att fukt blir instängd mellan två täta skikt och det medför mycket stor risk för mikrobiologisk tillväxt i trämaterial, skivmaterial och isoleringsmaterial. Regn- och vindskyddssystem måste därför klara av balansgången mellan att vara regn- och vindtätt men inte vara diffusionstätt.

Ur fuktsäkerhetssynpunkt är det viktigt att även beakta risken för inträngande vatten utifrån. Det gäller särskilt om det förekommer ett tryckfall vid vindskyddet. Under vissa fall, under byggtiden eller i vissa delar av driftsskedet kan ett för lufttätt vindskydd komma att fungera som enstegstättad lösning med stor risk för inläckage av regnvatten [2] och [4].

I framtiden kommer det sannolikt att ställas högre krav på regn- och vindtätthet på fasader om man önskar en långsiktigt låg energianvändning. Grunden till det är det förändrade klimatet, högre temperatur, mer regn och framförallt mer slagregn.

En testbädd och metod behövs för att kunna utveckla, utvärdera och demonstrera funktionella och beständiga regn- och vindskyddssystem. Det kommer att ge byggsektorns aktörer ökad möjlighet att producera byggnader som både direkt vid färdigställandet liksom på lång sikt har god funktion.



## 2 Genomförande

Tanken har varit att genom att använda både kunskap och utrustning som togs fram vid de tidigare projekten, som ingått i E2B2-programmet, projekten 40636-1 och 40636-2 Beständighet hos lufttät-  
hetssystem - Utveckling av metodik och verifiering av några systemlösningar, Etapp 1 och 2. De båda projekten hade fokus på lufttätet, det vill säga väggens insida. Det vi nu skall göra är att vända på väggen och i här fokusera på att undersöka funktion och beständighet hos det regn- och vindtätande skiktet bakom byggnadens fasadskikt.

I många vedertagna metoder för provning av produkter för regn- och vindskyddssystem sker applicering av produkterna under gynnsamma förhållanden. Appliceringen sker ofta vid normal inomhustemperatur och luftfuktighet. Vi har i det här projektet kompletterat metoden med moment för att efterlikna realistiska byggarbetsplatsförhållanden.



## 3 Provningsmetoden

### 3.1 Provuppställning

Ytterväggen är uppbyggd i en stålram med måtten cirka 3 gånger 3 m. Stålramen gör det möjligt att i senare skede mäta lufttätheten och belasta väggen med slagregn. I stålramens botten finns en platsgjuten betongsula som fungerar som golv. På betongsulan monteras en träregelstomme och syll med eventuell sylltätning.



Bild 1. Provvägg under uppbyggnad.

Genom att bygga upp en vägg i en stålram är det möjligt att i provuppställningen ansluta till en klimatkammare på provväggens insida, för värmebehandling.

På provväggens utsida finns det möjlighet att ansluta en lufttät kammare där man kan variera lufttrycket för att skapa dynamisk belastning på lufttäthetsystemet exempelvis genom simulering av vindlaster. Det möjliggör också mätning av lufttäthet hos provväggen.

På detta sätt blir det relativt enkelt att bygga upp konstruktioner som använder olika system och produkter för lufttätning.



### 3.2 Montage av regn- och vindskyddssystem

Vid provningarna har provväggarna haft följande uppbyggnad. Väggen består av träreglar i dimensionen 45 mm gånger 170 mm med 170 mm mineralull. Reglar monteras i liv med betongsulans ytersida.

Provväggen har innehållit:

- Sylltätning
- En horisontell skarv som skall ha hela provuppställnings bredd
- En vertikal skarv som skall ha hela provuppställnings höjd
- Ett fast fönster 600 gånger 600 mm
- En genomföring för ventilation, diameter cirka 125 mm stålrör
- En genomföring för ventilation som är kvadratisk med måtten cirka 150 gånger 150 mm i stål.
- En genomföring för el diameter 16 mm plaströr
- En genomföring av träbalk cirka 95 gånger 95 mm.
- Anslutning av folien till betongytan

Läkt med dimensionerna 23 gånger 45 mm som placeras på regn- och vindskyddets utsida.



Bild 2. Provvägg före montage av folie.



Bild 3. Provvägg klar för provning.

### 3.3 Olika miljöer för montage

Montage av regn- och vindsyddssystemen har skett i olika miljöer för att efterlikna realistiska förhållanden på en byggplats.

- Montage under ideala förhållanden, normalt labbklimat
- Montage i kall och fuktig miljö, cirka 5 grader Celsius och 90–95 procent relativ luftfuktighet
- Montage i dammig miljö

Den kalla och fuktiga miljön har skapats genom att stålramen med provväggen har placerats i en klimatkammare, där klimatet har varit ca 5°C och 90–95 % RF på båda sidor om provväggen.



Vid montage i dammig miljö har det konstgjorda dammet sprutats mot regn- och vindskyddssystemet direkt i anslutning till att folien vikts upp. Flertalet folier på marknaden levereras dubbelvikta, vilket gör att folien är laddad med statisk elektricitet vid uppvikandet. Laddningen med statisk elektricitet gör att damm lätt fastnar på foliens yta.

Konstgjort damm har tillverkats av:

- Betong som har krossats och malts samt därefter siktats till en kornstorlek av max 0,06 mm
- Gips som har framställts genom filning på en normal gipsskiva för inomhus bruk
- Sågspån av trä

Dessa ingredienser har blandats, 15 ml av varje ingrediens. Blandningen har hällts över i en tratt, se foto nedan. Tratten ansluts till en tryckluftpistol.



Bild 4. Tratt ansluten till tryckluftpistol och fylld med konstgjort damm.

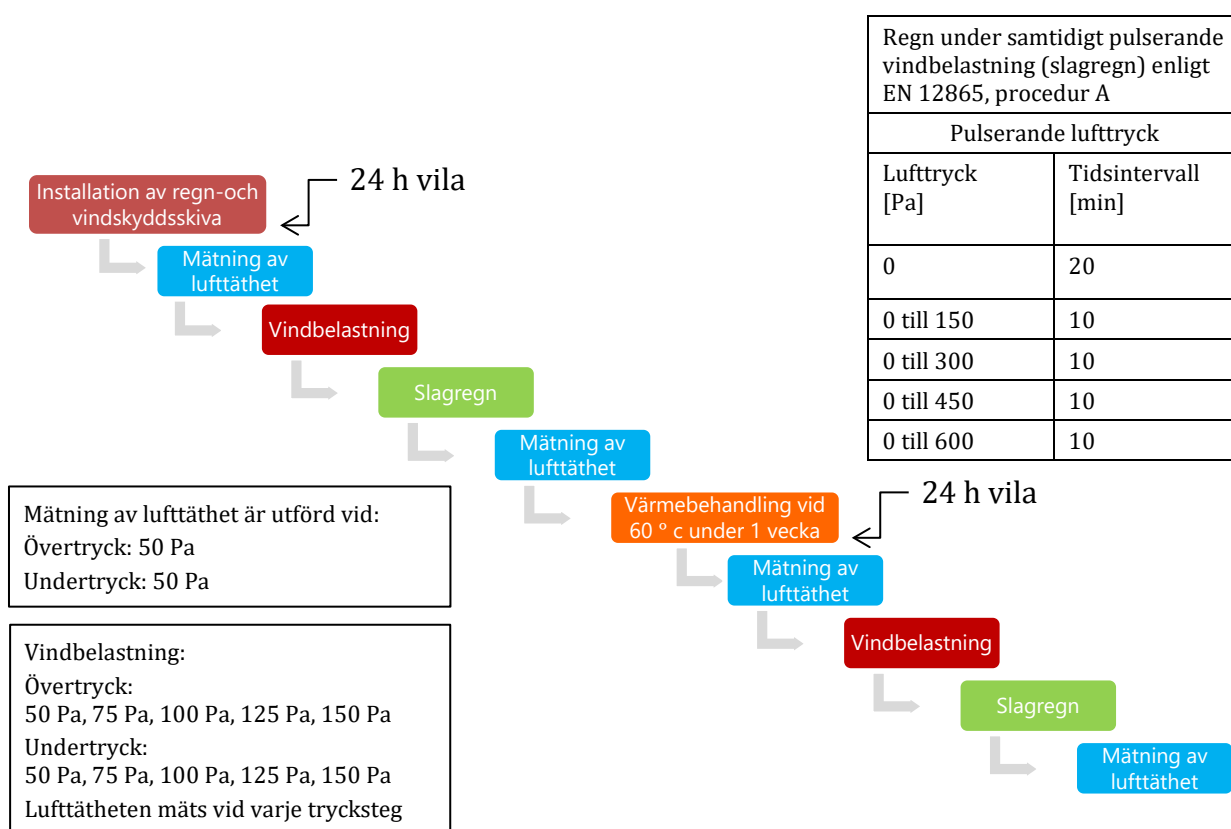


Bild 5. Konstgjort damm "sprutas" mot folien.



### 3.4 Provning

I figuren nedan görs en schematisk beskrivning av det provningsprogram som har använts.



Figur 1. Schematisk beskrivning av provningsprogrammet.

Efter montage av de i projektet ingående regn- och vindskyddssystemen har mätning av lufttätethet och vindbelastning samt belastning med regn under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A [5] utförts. Vid bedömning av storlek på läckage vid belastning med regn under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) har skalan nedan använts.

- 0 = Inget läckage
- 1 = Enstaka droppe
- 2 = Flertal droppar
- 3 = Mindre rännil
- 4 = Kraftig rännil
- 5 = Kraftigt flöde





Bild 4. Provvägg monterad i kammaren för regn under samtidig pulserande vindbelastning.

Därefter har värmebehandling (fysikalisk åldring) utförts i syfte att få bort de från tillverkningen kvarvarande inbyggda spänningar som finns i folier och tejper.



Bild 5. Provväggen på väg att anslutas till klimatkammaren för värmebehandling.

Temperaturen vid värmebehandlingen måste väljas med omsorg så att den är tillräckligt hög för att frigöra inre spänningar i materialen men samtidigt inte vara för hög så icke realistisk nedbrytning uppkommer. Projektgruppen beslutade att vid pilotprovningarna använda en temperatur på 60 grader Celsius och en luftfuktighet på 50 procent relativ luftfuktighet. Tiden för värmebehandlingen bestämdes till att vara sju dygn.

Efter värmebehandlingen har återigen mätning av lufttäthet och vindbelastning samt belastning av slagregn utförts.



## 4 Resultat

Vi har valt att utföra pilotprovningarna på tre regn- och vindskyddssystem av olika fabrikat. De tre systemen har innehållit folie, tejp, manschetter för genomföringar och sylltätning. Vi har valt att redovisa resultaten från undersökningarna aidentifierade och inga system- eller produktnamn används.

För de olika regn- och vindskyddssystemen redovisas resultaten av mätningar efter montage under olika förhållanden.

- Montage under ideala förhållanden, normalt labbklimat
- Montage i kall och fuktig miljö, ca 5°C 90–95 % RF
- Montage i dammig miljö

Alla utförda mätningar redovisas i bilaga 1. Där finns sammanställningar och redovisningar av enskilda mätningar.

I bilaga 1 anges resultat både i det standardiserade [6] formatet  $m^3/(h \cdot m^2)$  och i det i Sverige mera vedertagna formatet  $l/(s \cdot m^2)$ .



## 4.1 Regn- och vindsyddssystem

### 4.1.1 Lufttätet vid vindbelastning

Regn- och vindsyddssystem 1 uppvisar en mycket hög lufttätet både före och efter värmebehandling. De olika förhållandena vid montage har igen större påverkan på lufttäteten vid de olika vindbelastningarna.

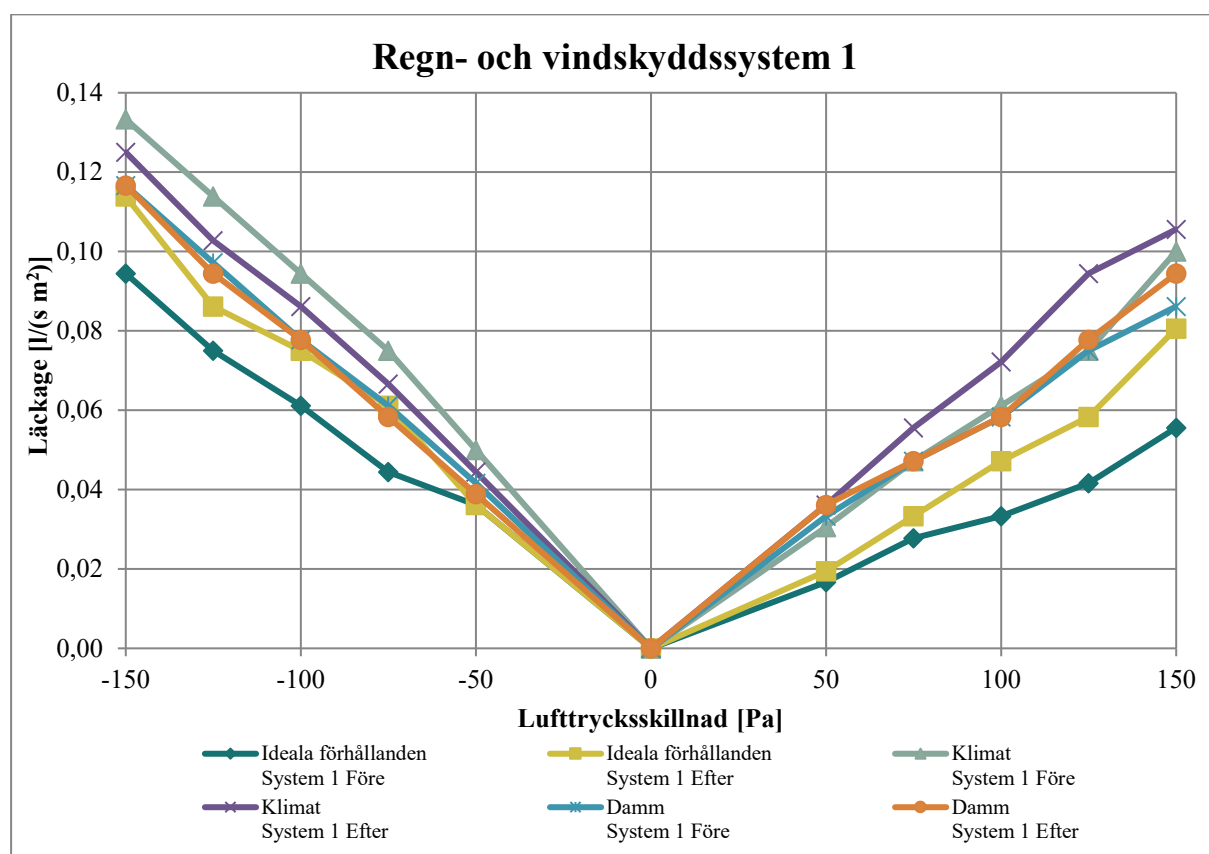


Diagram 1. Diagrammet visar lufttäteten vid olika vindbelastningar hos regn- och vindsyddssystem 1 där montage har skett vid olika förhållanden.



#### 4.1.2 Regntäthet

Regn- och vindskyddssystem 1 uppvisar en varierade grad av läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A. Detaljerad redovisning finns i bilaga 1.

Efter montage vid ideala förhållanden:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 300 Pa.
- Det är noterbart att det är mindre läckage efter värmebehandling. Detta beror sannolikt på att självtätning skett.

Efter montage i kall fuktig miljö:

- Läckage noterades redan vid regn som inte var belastat med pulserande lufttryck.
- Läckagens placering har förändrats efter värmebehandlingen.

Efter montage i dammig miljö:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 150 Pa.
- Läckagens placering har förändrats efter värmebehandlingen.



## 4.2 Regn- och vindskyddssystem 2

### 4.2.1 Lufttätet vid vindbelastning

Regn- och vindskyddssystem 2 uppvisar en mycket hög lufttätet både före och efter värmebehandling. Det är dock noterbart att vid montage vid ideala förhållanden har en viss försämring av lufttäteten skett efter värmebehandlingen. De olika förhållandena vid montage av regn- och vindskyddssystem 2 har igen större påverkan på lufttäteten vid de olika vindbelastningarna.

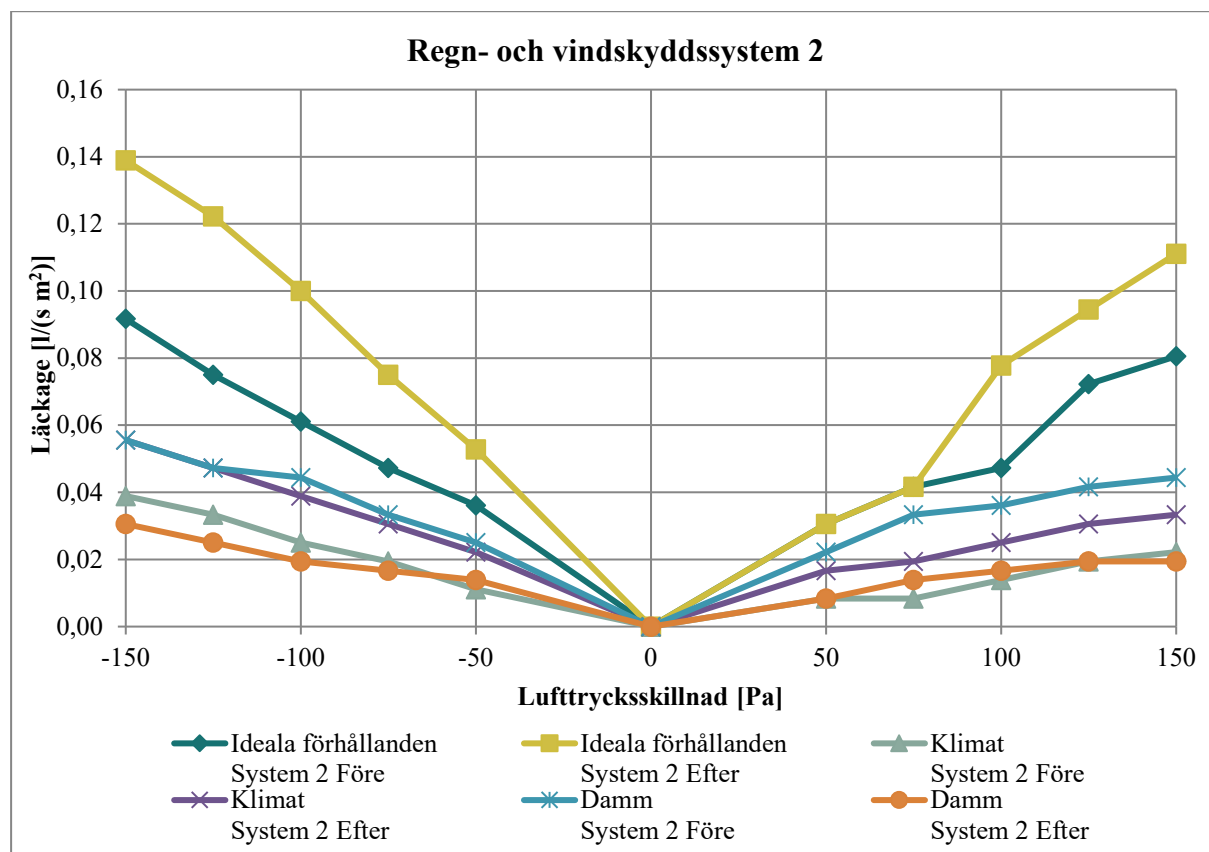


Diagram 2. Diagrammet visar lufttäteten vid olika vindbelastningar hos regn- och vindskyddssystem 2 där montage har skett vid olika förhållanden.



#### 4.2.2 Regntäthet

Regn- och vindskyddssystem 2 uppvisar en varierade grad av läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A. Detaljerad redovisning finns i bilaga 1.

Efter montage vid ideala förhållanden:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 150 Pa.
- Efter värmebehandlingen noterades spricka i fönstrets karmfog. Det läckage som fanns vid denna placering redovisas inte då den inte är relevant.
- Det är noterbart att läckagens placering och omfattning har förändrats efter värmebehandlingen.
- Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett till viss mån.

Efter montage i kall fuktig miljö:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 300 Pa.
- Efter värmebehandlingen noterades spricka i fönstrets karmfog. Det läckage som fanns vid denna placering redovisas inte då den inte är relevant.
- Det är noterbart att läckagens placering och omfattning har förändrats efter värmebehandlingen.
- Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett till viss mån.

Efter montage i dammig miljö:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 600 Pa.
- Läckagens placering har förändrats efter värmebehandlingen.
- Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett till viss mån.



### 4.3 Regn- och vindskyddssystem 3

#### 4.3.1 Lufttätet vid vindbelastning

Regn- och vindskyddssystem 3 uppvisar en mycket hög lufttätet både före och efter värmebehandling. Det är dock noterbart att vid montage i kallt och fuktigt klimat noteras en högre grad av läckage jämfört med andra montage. Vid värmebehandlingen har dock dessa läckage självtätats.

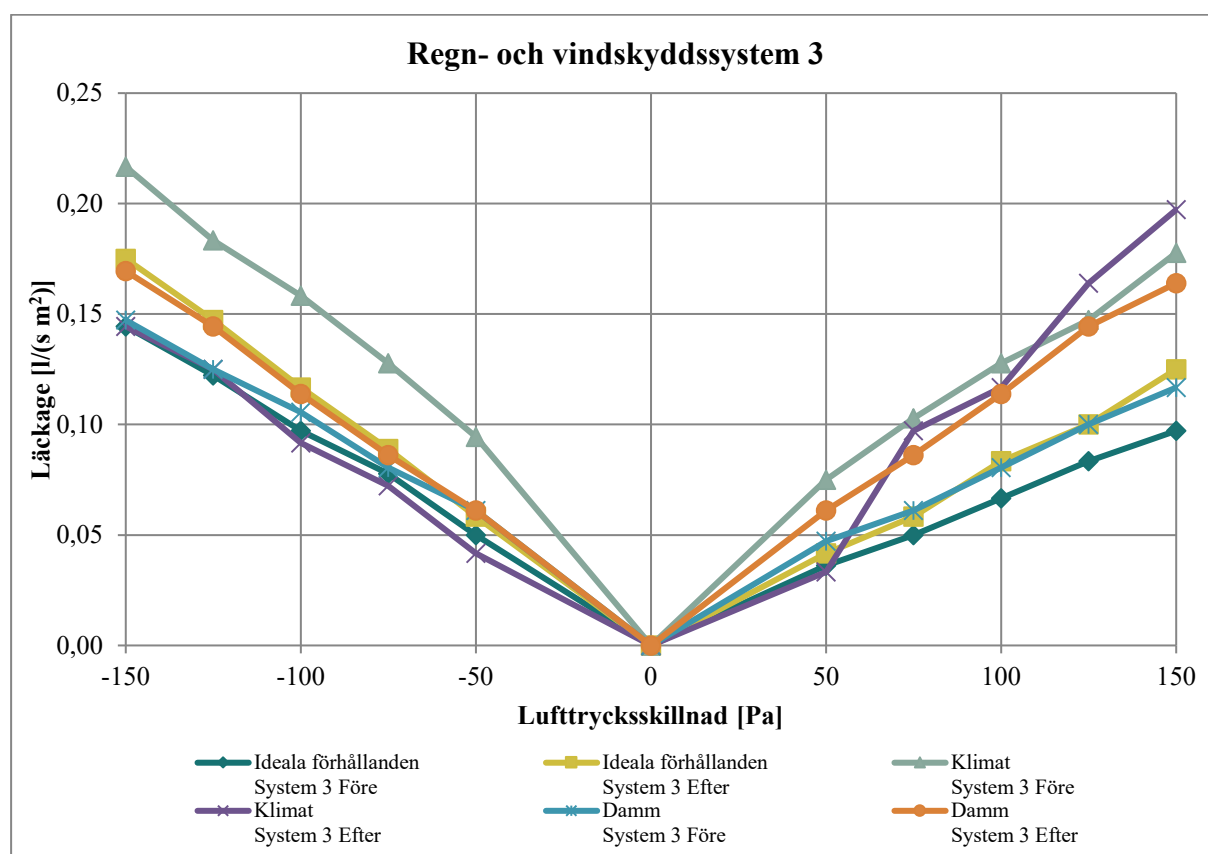


Diagram 3. Diagrammet visar lufttäteten vid olika vindbelastningar hos regn- och vindskyddssystem 3 där montage har skett vid olika förhållanden.





#### 4.3.2 Regntäthet

Regn- och vindskyddssystem 3 uppvisar en varierade grad av läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A. Detaljerad redovisning finns i bilaga 1.

Efter montage vid ideala förhållanden:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 150 Pa före värmebehandlingen.
- Efter värmebehandlingen noterades läckage redan vid regn som inte var belastat med pulserande lufttryck.
- Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett till viss mån.

Efter montage i kall fuktig miljö:

- Inga läckage sker förrän vid pulserande vindbelastning av 0 – 150 Pa före värmebehandlingen.
- Efter värmebehandlingen noterades läckage redan vid regn som inte var belastat med pulserande lufttryck.
- Kraftiga läckage vid fönster vid de lägre trycken. Dessa läckage upphör när lufttrycket ökas.

Efter montage i dammig miljö:

- Inga läckage kunde upptäckas vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning före värmebehandling.
- Efter värmebehandling sker första läckaget först vid belastning med pulserat tryck på 0-450 Pa.



## 5 Diskussion

Provningsmetoden har fungerat bra vid pilotprovningarna. Man kan se en förändring av lufttäteten vid mätningar före respektive efter värmebehandlingen.

Vi noterar att alla de tre provande regn- och vindskyddssystemen är mycket lufttäta. Det gör att det kan vara möjligt att få en bra lufttätet och därmed goda förutsättningar för en låg energianvändning i byggnader där undersökta lufttätetssystem används. Som exempel kan nämnas att energianvändningen kan öka med 15 % om luftläckaget förändras från 0,3 till 0,9 l/(s·m<sup>2</sup>) [7].

Värmebehandlingen har gett lite olika resultat. En del mätningar visar ett ökat luftläckage efter värmebehandlingen medan andra visar ett minskat läckage efter värmebehandlingen. Det handlar dock inte om några stora förändringar men det är mätbart.

Alla de undersökta regn- och vindskyddssystemen uppvisar en högst varierade grad av läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A. De flesta vattenläckagen uppträder först vid pulserande vindbelastning av 0–150 Pa. Hos något prov noterades dock vattenläckage vid regn som inte var belastat med pulserande lufttryck och ett annat prov först vid pulserande vindbelastning av 0–600 Pa.

Det faktum att regn- och vindskyddssystemen inte är helt vattentäta är problematiskt då en av förutsättningarna för att långsiktigt kunna hålla en låg energianvändning i en byggnad är att fasaden är regn- och vindskyddande. Om fasaden inte är regntät så blir isoleringsmaterialet vått och förlorar därmed sin isolerande förmåga. Det kan också vara ett problem då regn- och vindskyddssystemen ibland används i stället för ett separat väderskydd på en byggarbetsplats.

Enligt SP Rapport 2015:87 [2] kan det föreligga en risk med mycket lufttäta regn- och vindskyddssystem. Om regn- och vindskyddssystemet är tätare än lufttätetssystemet, på väggens insida, kan det finnas risk för tryckfall över regn- och vindskyddssystemet. Det gör att risken för vattenläckage genom små otätheter ökar betydligt. I SP Rapport 2015:87 finns det en bilaga som är skriven av Lars Olsson som belyser denna risk.



## 6 Fortsatt arbete

Det finns idag en förbättringspotential inom området med skivmaterial som regn- och vindsydd då det förekommer exempel på problem med inträngande vatten i samband med slagregn, alltså vid kombinationen regn och vindbelastning. Om skiktet inte fungerar och isoleringsmaterialet blir vått eller vinden tillåts blåsa igenom isoleringsmaterialet förlorar det sin isolerande förmåga, med hög energi-användning som en av följderna.

Önskemålet är vidareutveckla provningsmetoden som har arbetats fram i det här projektet till även innefatta regn- och vindsydd baserade på skivmaterial. Vindsydd av skivmaterial är idag ett vanligt byggmaterial eftersom byggnader ofta behöver stomstabilisering och brandmotstånd etcetera.

Det behövs också laboratorieförsök och fältundersökningar för att ta reda på mer om risker med tryckfall över regn- och vindsyddssystemet [2].



## 7 Referenser

- [1] U. Antonsson och V. Emanuelsson, "E2B2 Rapport 2018:19 "Lufttäta klimatskal under verkliga förhållanden, etapp 1 och 2", Energimyndigheten, Stockholm, 2018.
- [2] E. Sikander, C. Carl-Magnus och E. Alan, "SP Rapport 2015:87 "Klimatskalets yttre lufttäthet - energieffektivitet och fuktsäkerhet", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, 2015.
- [3] E. Sikander och K. Svennberg, "SP Rapport 2016:86 "Byggande för ett framtida ändrat klimat - fokus fuktsäkerhet", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, 2016.
- [4] L. Olsson, "SP Rapport 2015:36 "Laboratiestudie av inläckagemängder i sju olika otätheter i fasad exponerad för slagregn och vattenstänk", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, 2015.
- [5] Swedish Standards Institute, "SS-EN 12865 Fukt- och v%ormeteknisk funktion hos byggkomponenter och byggnadsdelar - Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck", Swedish Standards Institute, Stockholm, 2001.
- [6] CEN European Committee for Standardization, EN 13829 Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified), Bryssel: CEN European Committee for Standardization, 2000.
- [7] Gar-Bo, "Täta hus - en rapport varför och hur vi skall bygga lufttätt", Gar-Bo, Stockholm, 2016.



## Bilaga 1

Denna bilaga innehåller detaljerade resultat från alla utförda mätningar av lufttätethet vid vindbelastning och vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.

### Regn- vidskyddsystem 1

Efter montage vid ideala förhållanden

#### Lufttätethet och vindbelastning

Tabell 1. Före värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,06                                | 0,017                 | 0,07                                | 0,019                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,13                                | 0,036                 | 0,09                                | 0,025                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,06                                | 0,017                 | 0,13                                | 0,036                 |
| 75                         | 0,10                                | 0,028                 | 0,16                                | 0,044                 |
| 100                        | 0,12                                | 0,033                 | 0,22                                | 0,061                 |
| 125                        | 0,15                                | 0,042                 | 0,27                                | 0,075                 |
| 150                        | 0,20                                | 0,056                 | 0,34                                | 0,094                 |

Tabell 2. Efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,07                                | 0,019                 | 0,08                                | 0,022                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,13                                | 0,036                 | 0,12                                | 0,033                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,07                                | 0,019                 | 0,13                                | 0,036                 |
| 75                         | 0,12                                | 0,033                 | 0,22                                | 0,061                 |
| 100                        | 0,17                                | 0,047                 | 0,27                                | 0,075                 |
| 125                        | 0,21                                | 0,058                 | 0,31                                | 0,086                 |
| 150                        | 0,29                                | 0,081                 | 0,41                                | 0,114                 |



Tabell 3. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |     | Efter vindlast        |     |
|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] |
| 50 Pa övertryck                  | 0,003                 | 17% | 0,003                 | 14% |
| 50 Pa undertryck                 | 0,000                 | 0%  | 0,008                 | 33% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,001                 |     | 0,006                 |     |

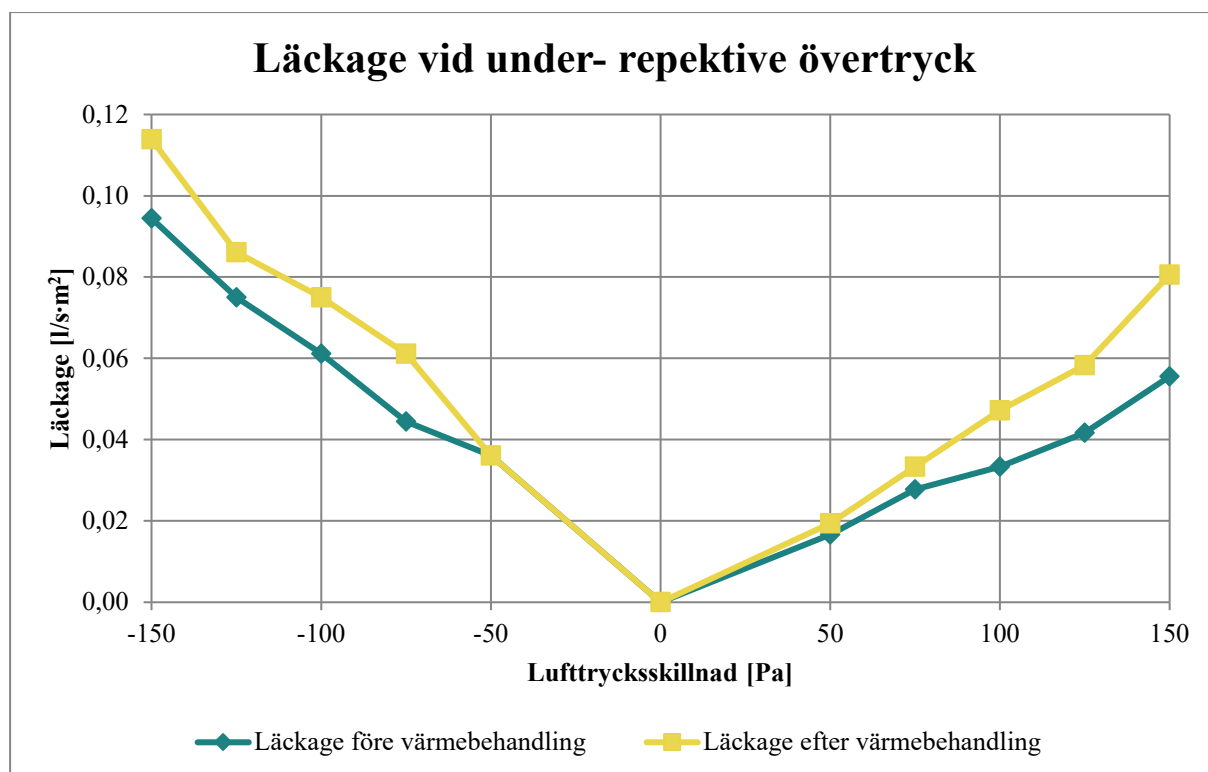


Diagram 4. Luftläckage efter montage vid ideala förhållanden.



**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 4. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

| Efter montage vid ideala förhållanden |           |  |                    |                              |                     |                           |               |
|---------------------------------------|-----------|--|--------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad:      | Läckage har noterats vid:    | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| <b>Före värmebehandling</b>           |           |  |                    |                              |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats   |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |  |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        | Ventilation<br>ø 125 mm  | 3-Mindre<br>rännil | Ventilation<br>105x150<br>mm | 1-Enstaka<br>droppe |                           |               |
| 0-450                                 | 10        | Inga läckage har observerats. Då lufttrycket ökas så har en självtätning skett.                                    |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |                    |                              |                     |                           |               |
| <b>Efter värmebehandling</b>          |           |  |                    |                              |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats   |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |  |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        | Ventilation<br>ø 125 mm  | 3-Mindre<br>rännil |                              |                     |                           |               |
| 0-450                                 | 10        | Inga läckage har observerats. Då lufttrycket ökas så har en självtätning skett                                     |                    |                              |                     |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |                    |                              |                     |                           |               |
| <b>Kommentar</b>                      |           | Det är noterbart att det är mindre läckage efter värmebehandling. Detta beror sannolikt på att självtätning skett. |                    |                              |                     |                           |               |



**Efter montage i kall och fuktig miljö**

**Lufttäthet och vindbelastning**

**Tabell 5. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,11                                | 0,031                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,18                                | 0,050                 | 0,13                                | 0,036                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,11                                | 0,031                 | 0,18                                | 0,050                 |
| 75                         | 0,17                                | 0,047                 | 0,27                                | 0,075                 |
| 100                        | 0,22                                | 0,061                 | 0,34                                | 0,094                 |
| 125                        | 0,27                                | 0,075                 | 0,41                                | 0,114                 |
| 150                        | 0,36                                | 0,100                 | 0,48                                | 0,133                 |

**Tabell 6. Efter värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,13                                | 0,036                 | 0,16                                | 0,044                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,16                                | 0,044                 | 0,12                                | 0,033                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,13                                | 0,036                 | 0,16                                | 0,044                 |
| 75                         | 0,20                                | 0,056                 | 0,24                                | 0,067                 |
| 100                        | 0,26                                | 0,072                 | 0,31                                | 0,086                 |
| 125                        | 0,34                                | 0,094                 | 0,37                                | 0,103                 |
| 150                        | 0,38                                | 0,106                 | 0,45                                | 0,125                 |





Tabell 7. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa]       | Före vindlast         |      | Efter vindlast        |     |
|----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] |
| 50 Pa övertryck                  | 0,006                 | 18%  | 0,019                 | 78% |
| 50 Pa undertryck                 | -0,006                | -11% | -0,003                | -8% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,000                 |      | 0,008                 |     |

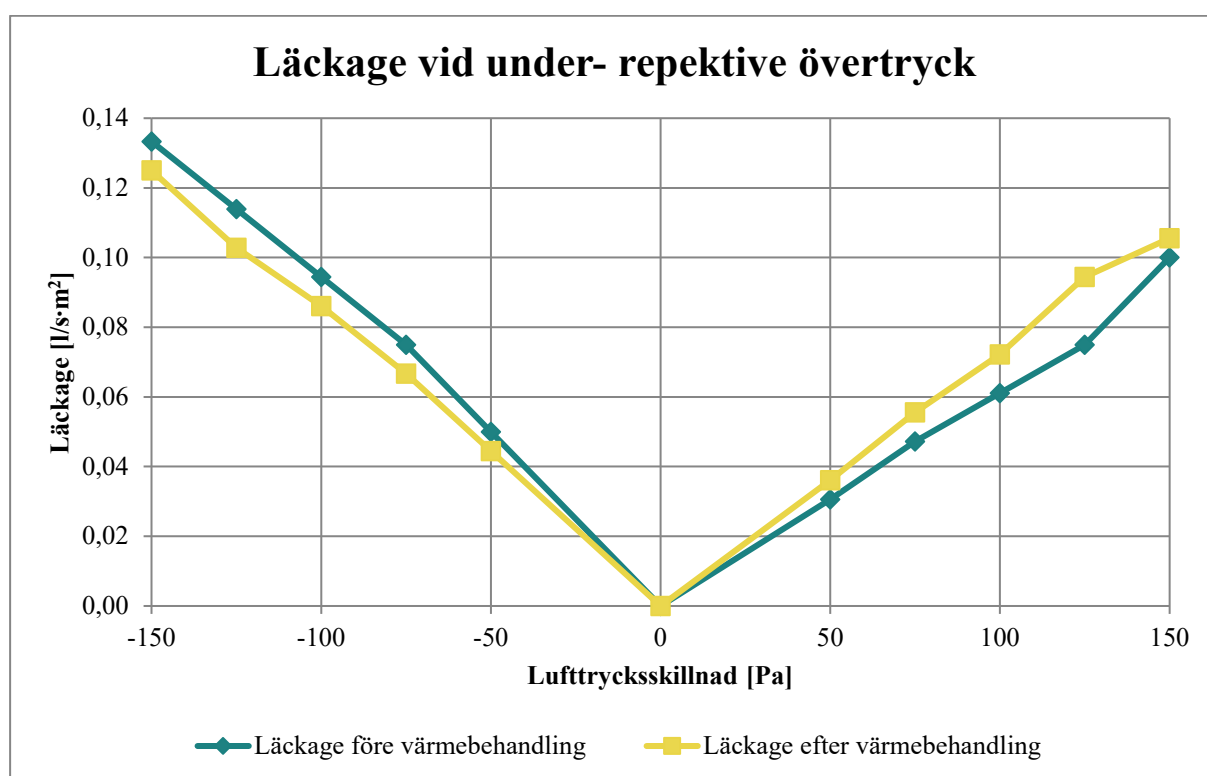


Diagram 5. Luftläckage efter montage i kall och fuktig miljö



## Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.

Tabell 8. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.

| Efter montage i kall och fuktig miljö |           |  |                     |                           |                     |                           |                     |
|---------------------------------------|-----------|--|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:       |
| <b>Före värmebehandling</b>           |           |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0                                     | 20        | Sylltätning och betong-underlag  | 2 - Flertal droppar |                           |                     |                           |                     |
| 0-150                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0-300                                 | 10        |  | 3 - Mindre rännil   | Ventilation, 150 x 150 mm | 2 - Flertal droppar | Hål i folie               | 2 - Flertal droppar |
| 0-450                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0-600                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| <b>Efter värmebehandling</b>          |           |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0                                     | 20        | Ventilation, 150 x 150 mm  | 3 - Mindre rännil   |                           |                     |                           |                     |
| 0-150                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0-300                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                     |
| 0-450                                 | 10        | Hål i folie  | 2 - Flertal droppa  |                           |                     |                           |                     |
| 0-600                                 | 10        | Horisontell skarv i tejp   | 2 - Flertal droppa  |                           |                     |                           |                     |
| <b>Kommentar</b>                      |           | Läckage noterades redan vid regn som inte var belastat med pulserande lufttryck. Det är noterbart att läckagen placering delvis har förändrats efter värmebehandlingen |                     |                           |                     |                           |                     |

Tabell 9. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning hos regn- och vindskydd-system 1 där montage har skett i kall och fuktig miljö



## Efter montage i dammig miljö

### Lufttätthet och vindbelastning

**Tabell 10. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,12                                | 0,033                 | 0,08                                | 0,022                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,15                                | 0,042                 | 0,10                                | 0,028                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,12                                | 0,033                 | 0,15                                | 0,042                 |
| 75                         | 0,17                                | 0,047                 | 0,22                                | 0,061                 |
| 100                        | 0,21                                | 0,058                 | 0,28                                | 0,078                 |
| 125                        | 0,27                                | 0,075                 | 0,35                                | 0,097                 |
| 150                        | 0,31                                | 0,086                 | 0,42                                | 0,117                 |

**Tabell 11. Efter värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,13                                | 0,036                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,14                                | 0,039                 | 0,1                                 | 0,028                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,13                                | 0,036                 | 0,14                                | 0,039                 |
| 75                         | 0,17                                | 0,047                 | 0,21                                | 0,058                 |
| 100                        | 0,21                                | 0,058                 | 0,28                                | 0,078                 |
| 125                        | 0,28                                | 0,078                 | 0,34                                | 0,094                 |
| 150                        | 0,34                                | 0,094                 | 0,42                                | 0,117                 |



Tabell 12. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa]       | Före vindlast         |     | Efter vindlast        |     |
|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] |
| 50 Pa övertryck                  | 0,003                 | 8%  | 0,003                 | 13% |
| 50 Pa undertryck                 | -0,003                | -7% | 0,000                 | 0%  |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,000                 |     | 0,001                 |     |

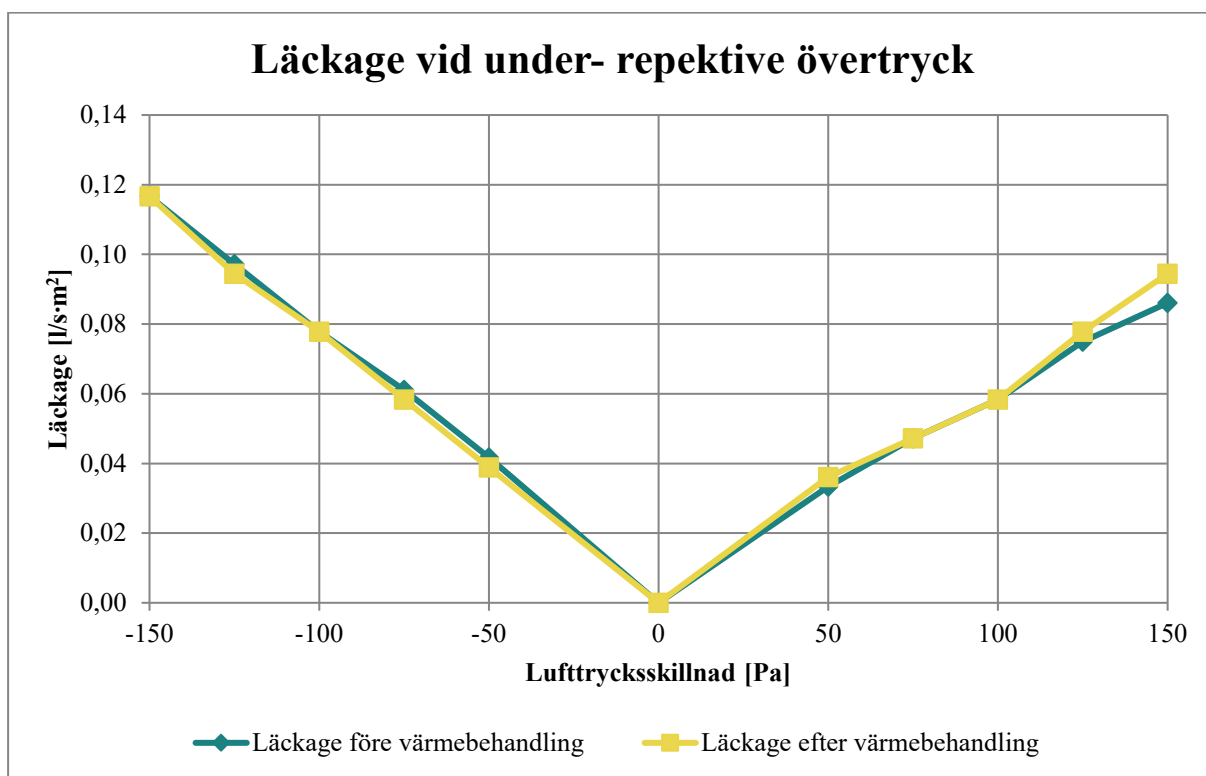


Diagram 6. Luftläckage efter montage i dammig miljö.



**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 13. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

| Efter montage i dammig miljö |           |  |                     |                           |                    |                           |               |
|------------------------------|-----------|--|---------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]    | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:      | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| Före värmebehandling         |           |  |                     |                           |                    |                           |               |
| 0                            | 20        | Inga läckage har observerats   |                     |                           |                    |                           |               |
| 0-150                        | 10        | Träbalk, 95x95 mm  | 2 - Flertal droppar |                           |                    |                           |               |
| 0-300                        | 10        |  |                     |                           |                    |                           |               |
| 0-450                        | 10        | Ventilation, 150 x 150 mm  | 3 - Mindre rännil   | Fönster                   | 2 - Flertal droppa |                           |               |
| 0-600                        | 10        |  |                     |                           |                    |                           |               |
| Efter värmebehandling        |           |  |                     |                           |                    |                           |               |
| 0                            | 20        | Inga läckage har observerats   |                     |                           |                    |                           |               |
| 0-150                        | 10        |  |                     |                           |                    |                           |               |
| 0-300                        | 10        | Träbalk, 95x95 mm  | 3 - Mindre rännil   |                           |                    |                           |               |
| 0-450                        | 10        |  |                     |                           |                    |                           |               |
| 0-600                        | 10        | Ventilation, 150 x 150 mm  | 3 - Mindre rännil   |                           |                    |                           |               |
| Kommentar                    |           | Det är noterbart att läckagen placering delvis har förändrats efter värmebehandlingen. |                     |                           |                    |                           |               |



## Regn- vidskyddsystem 2

Efter montage vid ideala förhållanden

Lufttäthet och vindbelastning

Tabell 14. Före värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast |                                     | Läckage efter vindlast |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    |                       | 0,11                                | 0,031                  | 0,11                                | 0,031                 |
| 50 Pa undertryck   |                       | 0,13                                | 0,036                  | 0,13                                | 0,036                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck |                                     | Läckage vid undertryck |                                     |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,11                  | 0,031                               | 0,13                   | 0,036                               |
| 75                 | 0,15                  | 0,042                               | 0,17                   | 0,047                               |
| 100                | 0,17                  | 0,047                               | 0,22                   | 0,061                               |
| 125                | 0,26                  | 0,072                               | 0,27                   | 0,075                               |
| 150                | 0,29                  | 0,081                               | 0,33                   | 0,092                               |

Tabell 15. Efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast |                                     | Läckage efter vindlast |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    |                       | 0,11                                | 0,031                  | 0,11                                | 0,031                 |
| 50 Pa undertryck   |                       | 0,19                                | 0,053                  | 0,19                                | 0,053                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck |                                     | Läckage vid undertryck |                                     |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,11                  | 0,031                               | 0,19                   | 0,053                               |
| 75                 | 0,15                  | 0,042                               | 0,27                   | 0,075                               |
| 100                | 0,28                  | 0,078                               | 0,36                   | 0,100                               |
| 125                | 0,34                  | 0,094                               | 0,44                   | 0,122                               |
| 150                | 0,4                   | 0,111                               | 0,50                   | 0,139                               |



Tabell 16. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa]       | Före vindlast         |     | Efter vindlast        |     |
|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] |
| 50 Pa övertryck                  | 0,000                 | 0%  | 0,000                 | 0%  |
| 50 Pa undertryck                 | 0,017                 | 46% | 0,017                 | 46% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,008                 |     | 0,008                 |     |

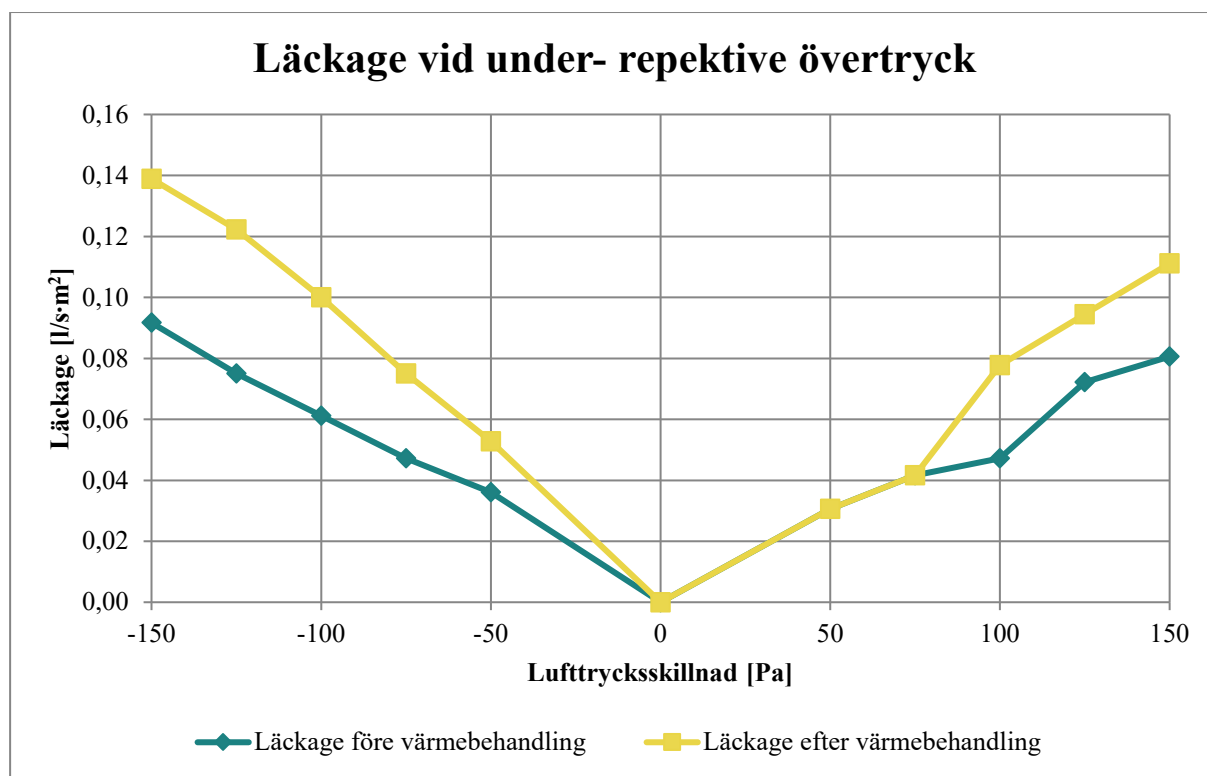


Diagram 7. Luftläckage efter montage under ideala förhållanden.



**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 17. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

| Efter montage vid ideala förhållanden |           |  |               |                           |                         |                           |               |
|---------------------------------------|-----------|--|---------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad: | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:           | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| <b>Före värmebehandling</b>           |           |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats   |               |                           |                         |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0-300                                 | 10        | Fönster<br>2 - Flertal droppar   | Sylltätning   | 2 - Flertal droppar       | Ventilation<br>ø 125 mm | 1 = Enstaka droppe        |               |
| 0-450                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| <b>Efter värmebehandling</b>          |           |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats   |               |                           |                         |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0-300                                 | 10        | Ventilation ø 125 mm<br>1 = Enstaka droppe   |               |                           |                         |                           |               |
| 0-450                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |               |                           |                         |                           |               |
| <b>Kommentar</b>                      |           | Efter värmebehandlingen noterades spricka i fönstrets karmfog. Det läckage som fanns vid denna placering redovisas inte då den inte är relevant. Det är noterbart att läckagens placering och omfattning har förändrats efter värmebehandlingen. Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett har till viss mån. |               |                           |                         |                           |               |





## Efter montage i kall och fuktig miljö

### Lufttäthet och vindbelastning

**Tabell 18. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    | 0,03                                | 0,008                 | 0,03                                | 0,008                 |
| 50 Pa undertryck   | 0,04                                | 0,011                 | 0,04                                | 0,011                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,03                                | 0,008                 | 0,04                                | 0,011                 |
| 75                 | 0,03                                | 0,008                 | 0,07                                | 0,019                 |
| 100                | 0,05                                | 0,014                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 125                | 0,07                                | 0,019                 | 0,12                                | 0,033                 |
| 150                | 0,08                                | 0,022                 | 0,14                                | 0,039                 |

**Tabell 19. Efter värmebehandling**

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    | 0,06                                | 0,017                 | 0,04                                | 0,011                 |
| 50 Pa undertryck   | 0,08                                | 0,022                 | 0,03                                | 0,008                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,06                                | 0,017                 | 0,08                                | 0,022                 |
| 75                 | 0,07                                | 0,019                 | 0,11                                | 0,031                 |
| 100                | 0,09                                | 0,025                 | 0,14                                | 0,039                 |
| 125                | 0,11                                | 0,031                 | 0,17                                | 0,047                 |
| 150                | 0,12                                | 0,033                 | 0,20                                | 0,056                 |



Tabell 20. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |      | Efter vindlast        |      |
|----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  |
| 50 Pa övertryck                  | 0,008                 | 100% | 0,003                 | 33%  |
| 50 Pa undertryck                 | 0,011                 | 100% | -0,003                | -25% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,010                 |      | 0,000                 |      |

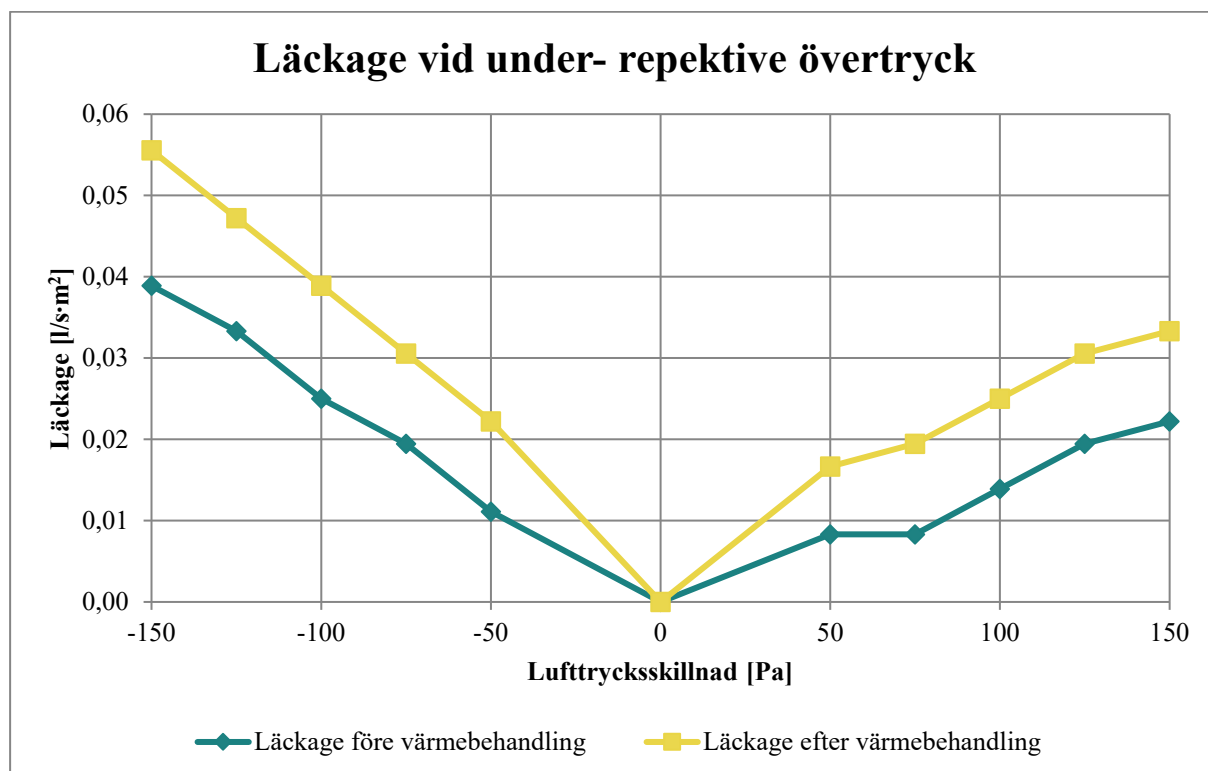


Diagram 8. Lufttätläckage efter montage i kall och fuktig miljö.



## Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.

Tabell 21. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.

| Efter montage i kall och fuktig miljö |           |   |                     |                           |                     |                           |               |
|---------------------------------------|-----------|---|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:   | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| <b>Före värmebehandling</b>           |           |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-450                                 | 10        | Ventilation, 150 x 150 mm   | 3 - Mindre rännil   |                           |                     |                           |               |
| 0-600                                 | 10        | Genomföring för el $\varnothing$ 16 mm  | 2 - Flertal droppar | Fönster                   | 2 - Flertal droppar |                           |               |
| <b>Efter värmebehandling</b>          |           |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-450                                 | 10        |   |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-600                                 | 10        | Sylltätning och betong  | 2 - Flertal droppar |                           |                     |                           |               |
| <b>Kommentar</b>                      |           | Efter värmebehandlingen noterades sprickor i fönstrets karmfogar. Det läckage som fanns vid denna placering redovisas inte då den inte är relevant. Det är noterbart att läckagens placering och omfattning har förändrats efter värmebehandlingen. Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett har till viss mån. |                     |                           |                     |                           |               |



## Efter montage i dammig miljö

### Lufttätthet och vindbelastning

**Tabell 22. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    | 0,08                                | 0,022                 | 0,04                                | 0,011                 |
| 50 Pa undertryck   | 0,09                                | 0,025                 | 0,05                                | 0,014                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,08                                | 0,022                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 75                 | 0,12                                | 0,033                 | 0,12                                | 0,033                 |
| 100                | 0,13                                | 0,036                 | 0,16                                | 0,044                 |
| 125                | 0,15                                | 0,042                 | 0,17                                | 0,047                 |
| 150                | 0,16                                | 0,044                 | 0,20                                | 0,056                 |

**Tabell 23. Efter värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    | 0,03                                | 0,008                 | 0,02                                | 0,006                 |
| 50 Pa undertryck   | 0,05                                | 0,014                 | 0,05                                | 0,014                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| [Pa]               | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 | 0,03                                | 0,008                 | 0,05                                | 0,014                 |
| 75                 | 0,05                                | 0,014                 | 0,06                                | 0,017                 |
| 100                | 0,06                                | 0,017                 | 0,07                                | 0,019                 |
| 125                | 0,07                                | 0,019                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 150                | 0,07                                | 0,019                 | 0,11                                | 0,031                 |



Tabell 24. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |      | Efter vindlast        |      |
|----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  |
| 50 Pa övertryck                  | -0,014                | -63% | -0,006                | -50% |
| 50 Pa undertryck                 | -0,011                | -44% | 0,000                 | 0%   |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | -0,013                |      | -0,003                |      |

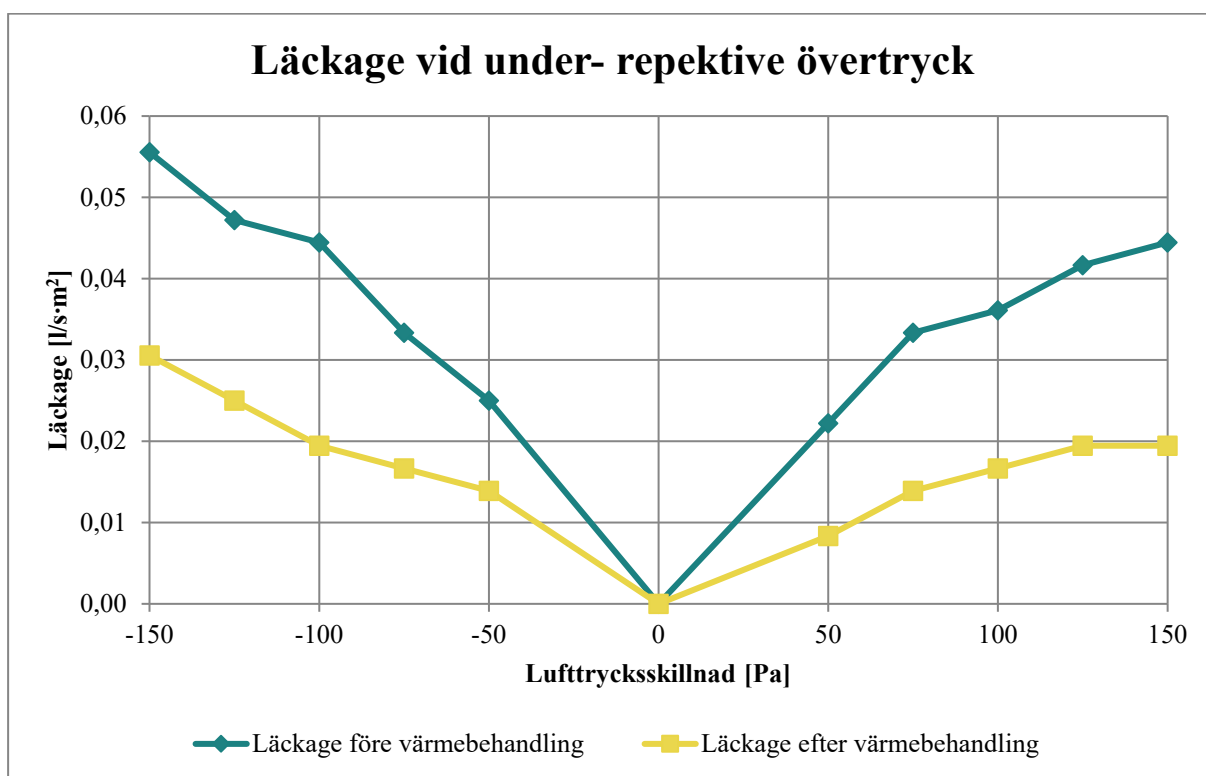


Diagram 9. Luftläckage efter montage i dammig miljö.



**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 25. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

| Efter montage dammig miljö |           |   |                    |                           |                    |                           |               |
|----------------------------|-----------|---|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]  | Tid [min] | Läckage har noterats vid:   | Läckage-grad:      | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:      | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| Före värmebehandling       |           |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0                          | 20        | Inga läckage har observerats  |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-150                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-300                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-450                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-600                      | 10        | Ventilation, 150 x 150 mm   | 1 - Enstaka droppe | Fönster                   | 1 - Enstaka droppe |                           |               |
| Efter värmebehandling      |           |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0                          | 20        | Inga läckage har observerats  |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-150                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-300                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-450                      | 10        |   |                    |                           |                    |                           |               |
| 0-600                      | 10        | Fönster   | 1 - Enstaka droppe |                           |                    |                           |               |
| Kommentar                  |           | Värmebehandlingen har inburit att självtätning har skett har till viss mån. |                    |                           |                    |                           |               |



## Regn- vidskyddsystem 3

Efter montage vid ideala förhållanden

Lufttätthet och vindbelastning

Tabell 26. Före värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast |                                     | Läckage efter vindlast |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    |                       | 0,13                                | 0,036                  | 0,09                                | 0,025                 |
| 50 Pa undertryck   |                       | 0,18                                | 0,050                  | 0,09                                | 0,025                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck |                                     | Läckage vid undertryck |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 |                       | 0,13                                | 0,036                  | 0,18                                | 0,050                 |
| 75                 |                       | 0,18                                | 0,050                  | 0,28                                | 0,078                 |
| 100                |                       | 0,24                                | 0,067                  | 0,35                                | 0,097                 |
| 125                |                       | 0,30                                | 0,083                  | 0,44                                | 0,122                 |
| 150                |                       | 0,35                                | 0,097                  | 0,52                                | 0,144                 |

Tabell 27. Efter värmebehandling.

| Lufttrycksskillnad | Läckage före vindlast |                                     | Läckage efter vindlast |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck    |                       | 0,15                                | 0,042                  | 0,1                                 | 0,028                 |
| 50 Pa undertryck   |                       | 0,21                                | 0,058                  | 0,12                                | 0,033                 |

| Lufttrycksskillnad | Läckage vid övertryck |                                     | Läckage vid undertryck |                                     |                       |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | [Pa]                  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                 |                       | 0,15                                | 0,042                  | 0,21                                | 0,058                 |
| 75                 |                       | 0,21                                | 0,058                  | 0,32                                | 0,089                 |
| 100                |                       | 0,30                                | 0,083                  | 0,42                                | 0,117                 |
| 125                |                       | 0,36                                | 0,100                  | 0,53                                | 0,147                 |
| 150                |                       | 0,45                                | 0,125                  | 0,63                                | 0,175                 |



Tabell 28. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |     | Efter vindlast        |     |
|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] |
| 50 Pa övertryck                  | 0,006                 | 15% | 0,003                 | 11% |
| 50 Pa undertryck                 | 0,008                 | 17% | 0,008                 | 33% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,007                 |     | 0,006                 |     |

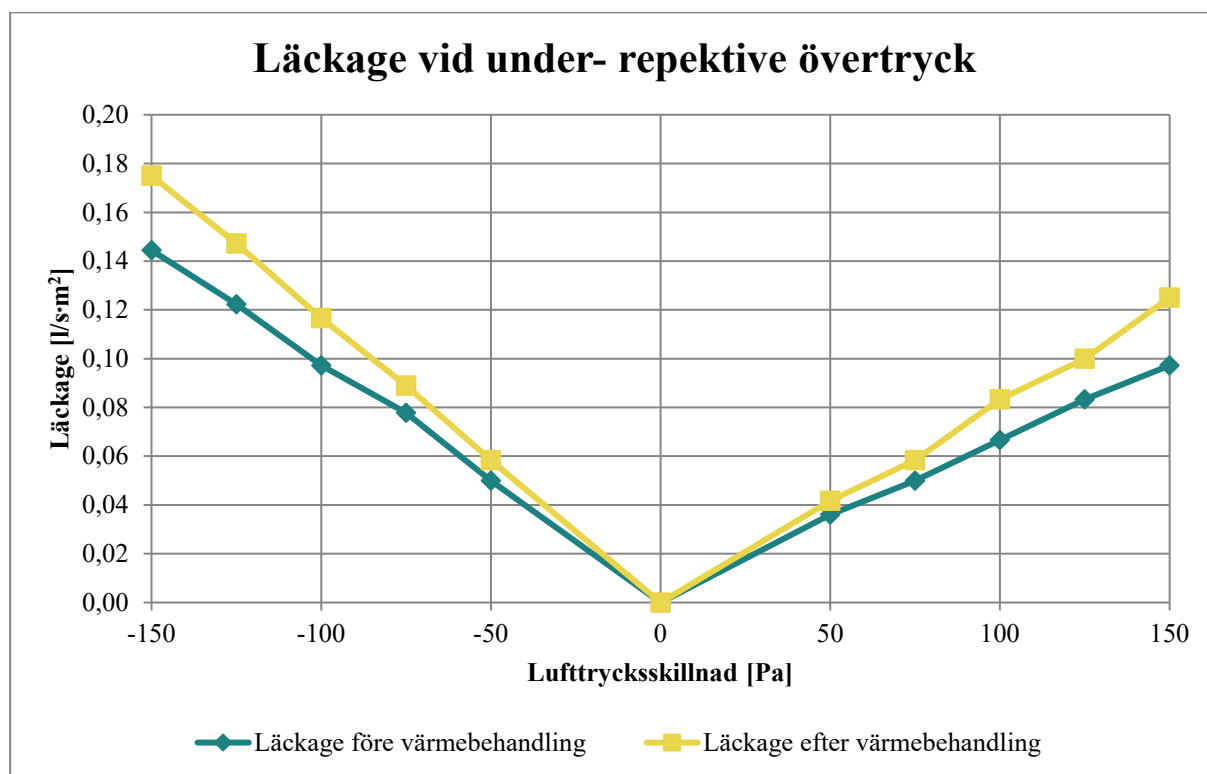


Diagram 10. Luftläckage efter montage vid ideala förhållanden.





**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 29. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

| Efter montage vid ideala förhållanden |           |  |                     |                           |                     |                           |               |
|---------------------------------------|-----------|--|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| Före värmebehandling                  |           |  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats                                       |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        | Vertikal skarv i tejp  | 1 - Enstaka droppe  |                           |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        | Vertikal skarv i tejp  | 2 - Flertal droppar |                           |                     |                           |               |
| 0-450                                 | 10        |  |                     | Fönster                   | 2 - Flertal droppar |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |               |
| Efter värmebehandling                 |           |  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0                                     | 20        | Vertikal skarv i tejp  | 2 - Flertal droppar |                           |                     |                           |               |
| 0-150                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-300                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-450                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |               |
| 0-600                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |               |
| Kommentar                             |           | Notera att läckaget vid fönster har upphört vid värmebehandlingen. |                     |                           |                     |                           |               |



## Efter montage i kall och fuktig miljö

### Lufttätet och vindbelastning

**Tabell 30. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,27                                | 0,075                 | 0,38                                | 0,106                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,34                                | 0,094                 | 0,43                                | 0,119                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,27                                | 0,075                 | 0,34                                | 0,094                 |
| 75                         | 0,37                                | 0,103                 | 0,46                                | 0,128                 |
| 100                        | 0,46                                | 0,128                 | 0,57                                | 0,158                 |
| 125                        | 0,53                                | 0,147                 | 0,66                                | 0,183                 |
| 150                        | 0,64                                | 0,178                 | 0,78                                | 0,217                 |

**Tabell 31. Efter värmebehandling**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,12                                | 0,033                 | 0,25                                | 0,069                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,15                                | 0,042                 | 0,01                                | 0,003                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,12                                | 0,033                 | 0,15                                | 0,042                 |
| 75                         | 0,35                                | 0,097                 | 0,26                                | 0,072                 |
| 100                        | 0,42                                | 0,117                 | 0,33                                | 0,092                 |
| 125                        | 0,59                                | 0,164                 | 0,45                                | 0,125                 |
| 150                        | 0,71                                | 0,197                 | 0,52                                | 0,144                 |



Tabell 32. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |      | Efter vindlast        |      |
|----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  |
| 50 Pa övertryck                  | -0,042                | -56% | -0,036                | -34% |
| 50 Pa undertryck                 | -0,053                | -56% | -0,117                | -98% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | -0,047                |      | -0,076                |      |

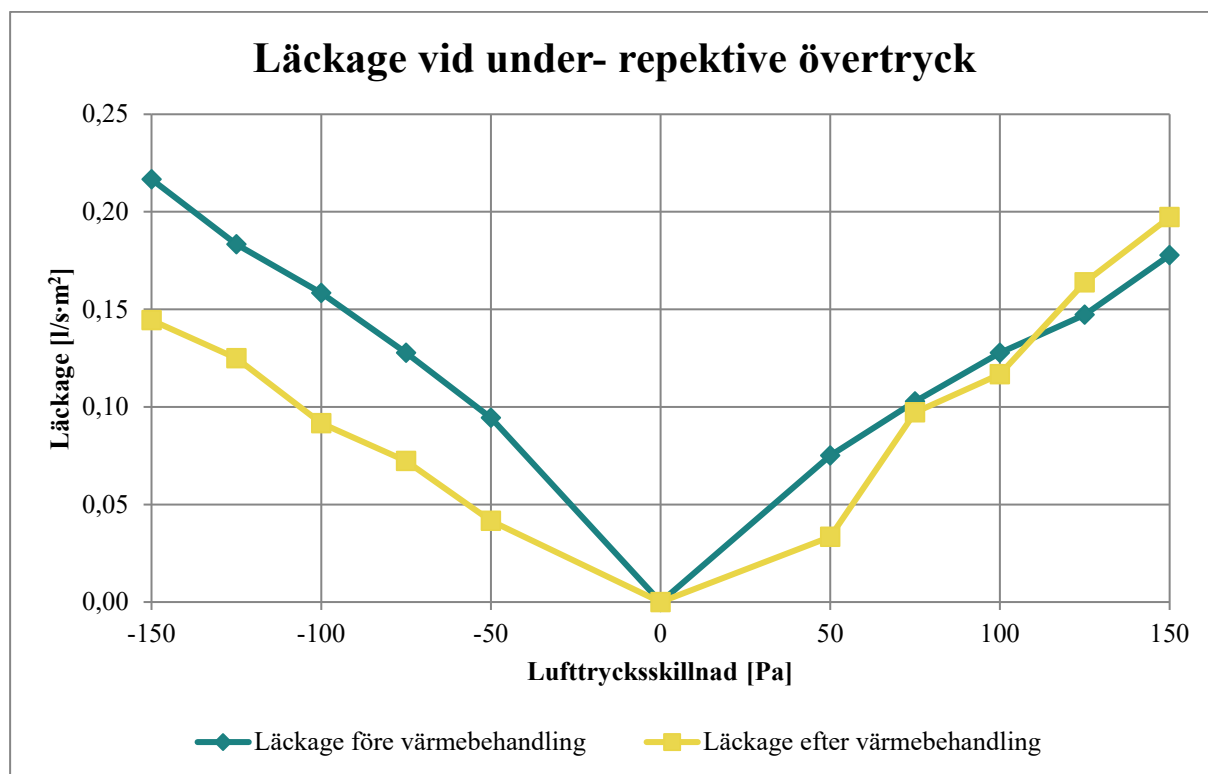


Diagram 11. Luftläckage efter montage i kall och fuktig miljö.



### Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.

Tabell 33. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.

| Efter montage i kall och fuktig miljö |           |  |                     |                           |                     |                           |                    |
|---------------------------------------|-----------|--|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]             | Tid [min] | Läckage har noterats vid:  | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad:      |
| <b>Före värmebehandling</b>           |           |  |                     |                           |                     |                           |                    |
| 0                                     | 20        | Inga läckage har observerats   |                     |                           |                     |                           |                    |
| 0-150                                 | 10        | Fönster  | 2 - Flertal droppar |                           |                     |                           |                    |
| 0-300                                 | 10        | Fönster  | 2 - Flertal droppar | Ventilation, 150 x 150 mm | 2 - Flertal droppar |                           |                    |
| 0-450                                 | 10        | Fönster  | 3 - Mindre rännil   | Ventilation, 150 x 150 mm | 2 - Flertal droppar | Träbalk ca 95 x 95 mm     | 1 - Enstaka droppe |
| 0-600                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                    |
| <b>Efter värmebehandling</b>          |           |  |                     |                           |                     |                           |                    |
| 0                                     | 20        | Fönster  | 3 - Kraftig rännil  |                           |                     |                           |                    |
| 0-150                                 | 10        | Fönster  | 3 - Mindre rännil   |                           |                     |                           |                    |
| 0-300                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                    |
| 0-450                                 | 10        |  |                     |                           |                     |                           |                    |
| 0-600                                 | 10        | Ventilation, 150 x 150 mm  | 1 - Enstaka droppe  |                           |                     |                           |                    |
| <b>Kommentar</b>                      |           | Noterbart är de kraftiga läckagen vid fönster vid de lägre trycken. Dessa läckage upphör när lufttrycket ökas. |                     |                           |                     |                           |                    |



## Efter montage i kall och fuktig miljö

### Lufttätet och vindbelastning

**Tabell 34. Före värmebehandling.**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,17                                | 0,047                 | 0,16                                | 0,044                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,22                                | 0,061                 | 0,16                                | 0,044                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,17                                | 0,047                 | 0,22                                | 0,061                 |
| 75                         | 0,22                                | 0,061                 | 0,29                                | 0,081                 |
| 100                        | 0,29                                | 0,081                 | 0,38                                | 0,106                 |
| 125                        | 0,36                                | 0,100                 | 0,45                                | 0,125                 |
| 150                        | 0,42                                | 0,117                 | 0,53                                | 0,147                 |

**Tabell 35. Efter värmebehandling**

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage före vindlast               |                       | Läckage efter vindlast              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50 Pa övertryck            | 0,22                                | 0,061                 | 0,09                                | 0,025                 |
| 50 Pa undertryck           | 0,22                                | 0,061                 | 0,11                                | 0,031                 |

| Lufttrycksskillnad<br>[Pa] | Läckage vid övertryck               |                       | Läckage vid undertryck              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
|                            | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ] | [l/s·m <sup>2</sup> ] |
| 50                         | 0,22                                | 0,061                 | 0,22                                | 0,061                 |
| 75                         | 0,31                                | 0,086                 | 0,31                                | 0,086                 |
| 100                        | 0,41                                | 0,114                 | 0,41                                | 0,114                 |
| 125                        | 0,52                                | 0,144                 | 0,52                                | 0,144                 |
| 150                        | 0,59                                | 0,164                 | 0,61                                | 0,169                 |



Tabell 36. Förändring av lufttätheten efter värmebehandling.

| Luftrycksskillnad<br>[Pa]        | Före vindlast         |     | Efter vindlast        |      |
|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|------|
|                                  | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%] | [l/s·m <sup>2</sup> ] | [%]  |
| 50 Pa övertryck                  | 0,014                 | 29% | -0,019                | -44% |
| 50 Pa undertryck                 | 0,000                 | 0%  | -0,014                | -31% |
| Medelvärde 50 Pa över-undertryck | 0,007                 |     | -0,017                |      |

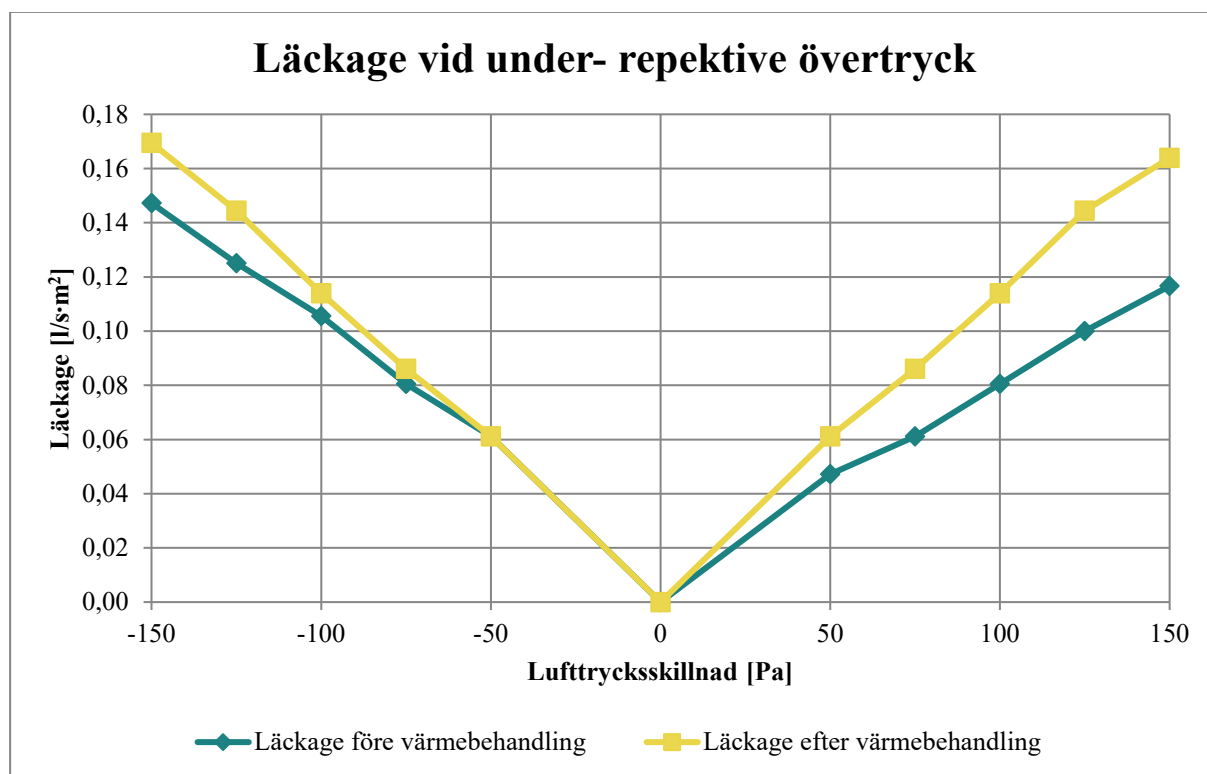


Diagram 12. Luftläckage efter montage i dammig miljö.



**Läckage vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning (slagregn) enligt EN 12865, procedur A.**

**Tabell 37. Resultat från belastning med regn under samtidig pulserande vindbelastning.**

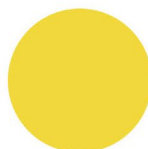
| Efter montage i dammig miljö |           |   |                     |                           |               |                           |               |
|------------------------------|-----------|---|---------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Pulserande lufttryck [Pa]    | Tid [min] | Läckage har noterats vid:   | Läckage-grad:       | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: | Läckage har noterats vid: | Läckage-grad: |
| Före värmebehandling         |           |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0                            | 20        | Inga läckage har observerats  |                     |                           |               |                           |               |
| 0-150                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0-300                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0-450                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0-600                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| Efter värmebehandling        |           |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0                            | 20        | Inga läckage har observerats  |                     |                           |               |                           |               |
| 0-150                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0-300                        | 10        |   |                     |                           |               |                           |               |
| 0-450                        | 10        | Sylltätning och betong-underlag   | 2 - Flertal droppar |                           |               |                           |               |
| 0-600                        | 10        | Genomföring för el $\varnothing 16$ mm  | 2 - Flertal droppar |                           |               |                           |               |
| Kommentar                    |           | Noterbart är att inga läckage kunde upptäckas vid regnbelastning under samtidigt pulserande vindbelastning före värmebehandling. Dessutom sker första läckage först vid belastning med pulserad tryck på 0-450 Pa efter värmebehandling |                     |                           |               |                           |               |




## Bilaga 2

SP MET 5632 Provningsmetod för verifiering av regn- och vindskyddssystem av folietyp.





 Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

*E2B2 genomförs i samverkan mellan IQ Samhällsbyggnad och Energimyndigheten åren 2013–2017. Läs mer på [www.E2B2.se](http://www.E2B2.se).*