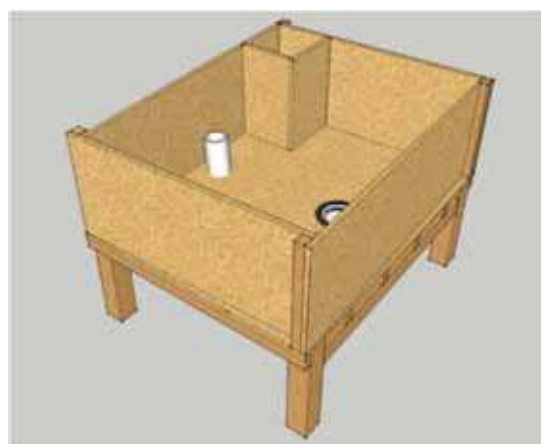




## Funktionsprovning av tätskiktsystem för våtutrymmen 2019

Ulf Antonsson, Bengt Nordling, Ingvar Demker och  
Mia Sjöqvist

RISE Rapport 2018:81

# Funktionsprovning av tätskiktsystem för våtutrymmen 2019

Ulf Antonsson, Bengt Nordling, Ingvar Demker och  
Mia Sjöqvist

# Abstract

## **Functional testing of waterproofing systems for use behind ceramic tiling based on flexible sheets 2019**

### Functional testing

The result is worse than before.

Six (32%) of the nineteen tested waterproofing systems passed the function test without leakage. Thirteen (68%) tests resulted in leakage.

This result is worse than that obtained in the previous project in 2016, (1) when eight (40%) of twenty tested waterproofing systems passed the functional test without leakage. There has therefore been some deterioration in the as constructed systems.

The result, however, is better than in the project performed in 2014 (2) when only three (15%) of twenty tested waterproofing systems passed without leakage.

In this project, several leakages are localised around the penetrations of large and small drainpipes. This is an increase compared to previous studies. We have seen on several occasions that pipe collars have had poor quality. This has been noticed by that the polymer material used for sealing around the tube has lost its water tightness ability during the test. It is most probable that the material has a residual deformation (from setting) that causes the material to lose its ability to seal around the tube. We have also noted that the pipe collars have delaminated i.e. the layers in the collars have been divided into their individual constituents during the test.

Leakages have also been caused by connections to gullies, inside corners, outside corners and in joints of foils.

Fortunately, none of the investigative systems showed leakage that was so extensive that one could describe it as total damage.

### Water vapour resistance and mass per unit area

Thirteen tested waterproofing on flexible sheet systems show a result between 2,5 and 4,5 million s/m, which is a high or very-high water vapour resistance. Six flexible sheet systems have a result below 2,5 million s/m.

In the determination of water vapour resistance and mass per unit area, we can clearly see that some manufacturers have made changes in or replaced their flexible sheet with a new one, compared with the previous investigation (1).

We further note that 10 out of 14 flexible sheets have a lower water vapor resistance than in the previous investigation (1). It is also notable that the PVC sealing layer has a low water vapor resistance.

## Indication of long-term properties

In order to obtain an indication of the amount added antioxidants that improves the long-term properties of the materials, the DSC analysis of flexible sheets have been performed.

In the same way as in the previous project, 2016, (1) it seems that the flexible sheets to be more stabilized for long-term use compared to the previous study in 2014, (2).

However, for all analysed materials, to make a reliable service life prediction of the material, an accelerated ageing at moderate temperature is recommended.

Key words: Functional test, waterproofing system, wet room

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2018:81

ISBN: 978-91-88907-35-6

Borås 2019

# Innehåll

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Abstract.....                                                | 1  |
| Innehåll.....                                                | 3  |
| Förord .....                                                 | 5  |
| 1 Sammanfattning .....                                       | 6  |
| 1.1 Funktionsprovning .....                                  | 6  |
| 1.2 Vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt.....              | 6  |
| 1.3 Indikation om långtidsegenskaper .....                   | 7  |
| 2 Orientering.....                                           | 8  |
| 3 Bakgrund.....                                              | 9  |
| 3.1 Funktionsprovningar.....                                 | 9  |
| 3.2 Materialanalyser .....                                   | 10 |
| 3.3 Övervakande kontroll .....                               | 10 |
| 3.4 CE-märkning av tätskiktssystem för våtutrymmen .....     | 11 |
| 3.5 Ändringar i Boverkets byggregler BBR .....               | 11 |
| 3.6 Ändring i branschregler.....                             | 12 |
| 4 Syfte och mål.....                                         | 13 |
| 5 Metod/genomförande.....                                    | 14 |
| 5.1 Funktionsprovning .....                                  | 14 |
| 5.2 Analyser .....                                           | 17 |
| 6 Införskaffande av tätskiktssystem för provning .....       | 18 |
| 7 Montering av tätskiktssystem vid funktionsprovningen ..... | 19 |
| 8 Resultat .....                                             | 20 |
| 8.1 Tätskiktssystem nr 1 .....                               | 22 |
| 8.2 Tätskiktssystem nr 2.....                                | 24 |
| 8.3 Tätskiktssystem nr 3.....                                | 26 |
| 8.4 Tätskiktssystem nr 4.....                                | 28 |
| 8.5 Tätskiktssystem nr 5.....                                | 31 |
| 8.6 Tätskiktssystem nr 6.....                                | 34 |
| 8.7 Tätskiktssystem nr 7.....                                | 37 |
| 8.8 Tätskiktssystem nr 8.....                                | 39 |
| 8.9 Tätskiktssystem nr 9.....                                | 43 |
| 8.10 Tätskiktssystem nr 10 .....                             | 47 |
| 8.11 Tätskiktssystem nr 11.....                              | 51 |
| 8.12 Tätskiktssystem nr 12 .....                             | 53 |
| 8.13 Tätskiktssystem nr 13 .....                             | 55 |
| 8.14 Tätskiktssystem nr 14 .....                             | 58 |
| 8.15 Tätskiktssystem nr 15 .....                             | 60 |
| 8.16 Tätskiktssystem nr 16 .....                             | 63 |
| 8.17 Tätskiktssystem nr 17 .....                             | 66 |
| 8.18 Tätskiktssystem nr 18 .....                             | 70 |
| 8.19 Tätskiktssystem nr 19 .....                             | 72 |
| 9 Slutsats och diskussion.....                               | 74 |
| 9.1 Funktionsprovning .....                                  | 74 |

|          |                                                                              |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.2      | Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt .....                   | 77 |
| 9.3      | FTIR och DSC-analys.....                                                     | 78 |
| 10       | Statistik över resultat från denna och tidigare utförda undersökningar ..... | 79 |
| 11       | Litteraturförteckning.....                                                   | 83 |
| Bilaga 1 | .....                                                                        | 1  |
| Bilaga 2 | .....                                                                        | 1  |
| Bilaga 3 | .....                                                                        | 1  |

# Förord

RISE Research Institutes of Sweden har fått förtroendet av Länsförsäkringars Forskningsfond och Byggkeramikrådet att utföra ett forskningsprojekt gällande funktion hos tätskiktssystem som är avsedda att användas som tätskikt bakom keramiska plattor i våtutrymmen. Stiftelsen och Byggkeramikrådet har finansierat projektet. Vi vill rikta ett varmt tack till finansiärerna som har gjort detta projekt möjligt.

Detta projekt påbörjades på våren 2018 och slutfördes på vintern 2018/2019.

Ett speciellt tack vill vi rikta till Mari Sparr och Peter Bratt på Länsförsäkringar och Ralf Jerad på Byggkeramikrådet för ett mycket gott samarbete under projektets genomförande.

Till Daniel Månsson, RISE, vill vi framföra ett tack för arbetet med att utföra funktionsprovningar. Tack till Richard Dawson, RISE, för hjälp med den engelska texten. Vi vill också rikta ett tack till Carina Johansson, RISE, för hjälp med korrekturgranskning av rapporten. Peter Widén, RISE, skall också tackas för sitt arbete med att utföra mätningar av ånggenomgångsmotstånd.

Till sist vill vi också tacka de materialleverantörer som ställt upp med material och arbetstid för uppbyggnaden av de tätskiktssystem som provats i detta projekt.

I denna rapport redovisas alla resultat anonymt, det vill säga inga varumärken eller produktnamn används. Detta sker i samråd med Länsförsäkringars Forskningsfond och Byggkeramikrådet.

Borås i mars 2019

# 1 Sammanfattning

## 1.1 Funktionsprovning

### **Resultatet är sämre än tidigare.**

Sex (32 %) av de nitton undersökta tätskiktssystem klarade funktionsprovningen utan läckage. Tretton (68 %) undersökningar har resulterat i läckage.

Det är sämre än vid den förra undersökningen 2016 (1) då åtta (40%) av tjugo undersökta tätskiktssystem har klarade funktionsprovningen utan läckage. Det har således skett en viss försämring.

Resultatet är dock bättre än vid undersökningen 2014 (2) då bara tre (15 %) av tjugo klarade sig.

I denna undersökning är flera läckage lokaliserade till genomföringar av stort och litet avloppsrör. Detta är en ökning jämfört med tidigare undersökningar. Vi har vid denna undersökning vid ett flertal tillfällen sett att rörmanschetterna har haft undermålig kvalitet. Detta har yttrat sig genom att det polymera materialet som skall täta runt röret under provningens gång har tappat sin tätande förmåga. Det är troligt att materialet har fått en kvarstående deformation (sättning) som gör att materialet har mist sin förmåga att täta runt röret. Vi har också noterat att rörmanschetter har delaminerat, det vill säga skikten i manschetten under provningen har delats i sina beståndsdelar.

Läckage har också förekommit vid anslutningar till golvbrunnar, innerhörn, ytterhörn och vid skavar.

Dessbättre uppvisade inget av de undersökta tätskiktssystemen läckage som var så omfattande att man kan tala om en totalskada.

## 1.2 Vattenånggenomgångsmotstånd<sup>1</sup> och ytvikt

Det stora flertalet undersökta tätskiktsfolier har ett vattenånggenomgångsmotstånd på mellan 2,5 och 4,5 miljoner s/m, vilket är ett högt eller mycket högt värde. Resultat för sex tätskiktsfolier hamnar under 2,5 miljoner s/m.

Vid bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt framgår det att flera har utvecklat tätskiktssystem med nya eller förändrade folier.

Det verkar vara en trend att tillverkarna vill göra folier som är tunnare. Med detta följer dock ofta ett lägre ånggenomgångsmotstånd. Vi noterar att 10 av 14 tätskiktsfolier har ett lägre vattenånggenomgångsmotstånd än vid förra undersökningen (1). Noterbart är också att PVC-tätskiktet har ett lågt vattenånggenomgångsmotstånd. Vi ser också att 8 av 14 tätskiktsfolier har en lägre ytvikt än vid förra undersökningen (1).

---

<sup>1</sup> Vattenånggenomgångsmotstånd är ett mått på ett skikts förmåga att hindra vattenånga att transporteras genom skiktet. Kallas även ibland diffusionsmotstånd.

Vi ser med oro på trenden att tillverkarna vill göra folier som är tunnare.

Det är vår uppfattning att ett ånggenomgångsmotstånd hos ett tätskikt som skall användas bakom keramisk beläggning/beklädnad, i områden vars ytor utsätts för upprepade spolning, bör överstiga ca 2,5 miljoner s/m. Detta är speciellt viktigt om konstruktionen innehåller plastfolie som luft-och ångspärr samt att tätskiktet är applicerat på ett fuktkänsligt underlag så som tex. kartongbeklädd gipsskiva.

## 1.3 Indikation om långtidsegenskaper

För att ta fram en indikation av mängden tillsatta antioxidanter som förbättrar materialens långtidsegenskaper har DSC<sup>2</sup>-analyser av tätskiktsfolierna utförts.

På samma sätt som vid den förra undersökningen, 2016 (1) så verkar de flesta materialen vara mer stabiliserade för långtidsanvändning jämfört med föregående studien, 2014 (2).

För alla analyserade material gäller dock att om man vill göra en säkrare bedömning av materialens livslängd måste man göra en mera omfattande åldringsstudie.

---

<sup>2</sup> Differential Scanning Calorimetry

## 2 Orientering

Detta är tredje gången ett forskningsprojekt av denna typ genomförs. Det första forskningsprojektet rapporterades 2014 i SP Rapport 2014:45 Funktionsprovning av tätskiktssystem av folietyp för våtutrymmen (2), det andra projektet rapporterades 2016 i SP Rapport 2016:60 Funktionsprovning av tätskiktssystem för våtutrymmen 2016 (1). Detta forskningsprojekt är en upprepning av dessa tidigare utförda projekt.

Det skall också nämnas att redan 2010 utfördes ett mindre projekt, SP Rapport 2011:1 Tätskikt i våtrum - funktionsprovning av foliesystem (3), där tätskiktssystem av folietyp undersöktes. Endast 5 tätskiktssystem av folietyp funktionsprovades i detta projekt.

Alla de tidigare utförda forskningsprojekten visade på brister hos flertalet undersöka tätskiktssystem av folietyp. Länsförsäkringar och Byggkeramikrådet vill nu se om tillverkarna har tagit till sig av resultaten från den tidigare utförda undersökningen och gjort förbättringar.

Projektet har denna gång omfattat 19 tätskiktssystem. Av dessa var 18 tätskiktssystem av folietyp bestående av på båda sidor fleecebelagd polymerfolie samt ett tätskiktssystem bestående av trådsvetsad PVC-beläggning/-beklädning. Samtliga system är avsedda att användas som tätskikt bakom keramiska plattor.

Syftet och målet med projektet är att kunna visa på tätskiktssystem som har god prognos att uppfylla kravet på vattentäthet och därmed vara vattenskadesäkrande.

Funktionsprovningen har, på samma sätt som tidigare, utförts enligt en allmänt accepterad provningsmetod (3). Provningsmetoden är anpassad för att likna de förhållanden som gäller för svenskt byggande t ex placering av golvbrunnar, torktider m m. I den utgåva av provningsmetoden som har använts i detta projekt har en golvbrunn i rostfritt stål med klämring ersatt brunnen med limfläns i rostfritt stål som fanns beskriven i en tidigare utgåva av provningsmetoden.

### 3 Bakgrund

Vattenskador är den vanligaste typen av skador i bostäder och kostar samhället årligen 6 miljarder kronor enligt [www.vattenskadecentrum.se](http://www.vattenskadecentrum.se). Andra källor anger 10 miljarder kronor årligen. Vattenskador är inte bara dyrbara att åtgärda utan påverkar också arbetsmiljö, boendemiljö och leder till onödig användning av resurser. Det skall dock påpekas att alla dessa skador inte beror på skador eller brister i tätskikten. De allra flesta skador finns på rörinstallationer. För specificering se [ww.vattenskadecentrum.se](http://www.vattenskadecentrum.se).

Även Boverket beskriver i sin rapport 2018:36 (4) ”Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn” att fukt och vatten är den största orsaken till skador och brister i byggnader. En del av dessa skador härrör från skador och brister hos tätskikt. Man säger i rapporten ”Tätskikt i våtrum är en mycket viktig skadeorsak”. Det finns mycket goda skäl att fortsätta att arbeta med att göra dem säkrare.

I Sverige har man sedan en tid tillbaka ägnat både tid och resurser åt att förebygga våtrumsskador. Tyvärr har detta inte lett till minskat antal skador eller till någon större minskning av kostnader för åtgärder vid inträffade skador. Vi tror att kostnaderna för våtrumsskador hade varit ännu större utan det förebyggande arbete som redan har utförts och som bör fortsätta. I detta sammanhang spelar också dagens och framtidens boendevanor in eftersom vi ser en tydlig trend att våtrummen blir allt större och mer påkostade.

De tidigare forskningsprojekten ”Funktionsprovning av tätskiktsystem för våtutrymmen” som har utförts 2014 (2), 2016 (1) och 2010 (3) har alla visat på brister i tätskiktssystemen.

### 3.1 Funktionsprovningar

Projektet som genomfördes 2016 (1) visade:

- Åtta (40 %) av de tjugo undersökta tätskiktssystemen klarade funktionsprovet utan läckage.
- Flera av de undersökta tätskiktssystemen hade små eller inga säkerhetsmarginaler.
- Hos ett tätskiktssystem görs anslutning till golvbrunn på ett mycket olämpligt sätt som ger stor risk för läckage

Projektet som genomfördes 2014 (2) visade:

- Endast tre (15 %) av 20 undersökta tätskiktssystem klarade funktionsprovningen utan läckage.
- Flera av de undersökta tätskiktssystemen hade små eller inga säkerhetsmarginaler.
- I flera tätskiktssystem görs anslutning till golvbrunn på ett mycket olämpligt sätt som ger stor risk för läckage.

Projektet som genomfördes 2010 (3) visade:

- Läckage hos samtliga, 5 stycken, (100 %) av de undersökta tätskiktssystemen.

Det har således skett en viss förbättring i resultatet mellan 2014 (2) och 2016 (1). Även om det skett en viss förbättring så kan resultatet inte betecknas vara gott. Det bör finnas en stor potential till förbättring av resultaten. Detta kräver dock att flera leverantörer av tätskiktssystem gör förbättringar av sina system. Se kapitel 10 för mera information om resultat från de tidigare utförda projekten

## 3.2 Materialanalyser

### 3.2.1 Vattenånggenomgångsmotstånd<sup>3</sup> och ytvikt

Vid bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt framgår det att flera tillverkare gjort förändringar i eller bytt ut sin tätskiktsfolie mot en ny mellan 2014 (2) och 2016 (1).

Det verkar vara en trend att tillverkarna vill göra folier som är tunnare. Med detta följer dock ofta ett lägre ånggenomgångsmotstånd.

Varför vill man göra tunnare folie? Vi antar att man har önskemål från marknaden om att göra folier som är lättare och smidigare hantera tex vid montering i innerhörn. Man kan endast spekulera i om man har ekonomiska motiv till att göra tunnare och därmed billigare folier, då materialåtgång är mindre vid tillverkning av en tunnare folie.

Om ett tätskikt med för lågt vattenånggenomgångsmotstånd används finns en betydande risk för skador som mögel och besvärande lukt ifrån fuktkänsliga material. På längre sikt finns också risk för röta med efterföljande problem med hållfasthet.

Det är speciellt viktigt med höga ånggenomgångsmotstånd hos tätskiktet när fuktkänsliga kartongbekladda gipsskivor används som underlag för keramiska våtrumskonstruktioner. Det är också viktigt att tätskiktet har ett högt ånggenomgångsmotstånd när man bygger ytterväggar där det finns en luft- och ångspärr av plastfolie i väggen.

### 3.2.2 Indikation om långtidsegenskaper

Mellan 2014 och 2016 så noterar vi att de flesta av leverantörerna har ökat mängden tillsatta antioxidanter i tätskiktsfolierna, detta förbättrar materialens långtidsegenskaper

För alla analyserade material gäller dock att om man vill göra en säkrare bedömning av materialens livslängd måste man göra en åldringsstudie.

## 3.3 Övervakande kontroll

Sedan 2010 finns det en minskad övervakande kontroll av de tätskiktssystem kopplat till det branschgodkännande som finns för tätskiktsskonstruktioner via Byggkeramikrådet. Tidigare fanns det en mera omfattande övervakande kontroll. Detta innebär att det är möjligt för en tillverkare att göra ändringar i ett branschgodkänt tätskiktssystem utan

---

<sup>3</sup> Vattenånggenomgångsmotstånd är ett mått på ett skikts förmåga att hindra vattenånga att transporteras genom skiktet, kallas även ibland diffusionsmotstånd.

att någon får information om detta. Detta medför att det finns en betydande risk för att det på marknaden finns tätskiktssystem som inte håller den kvalitet som de gjorde då branschgodkännandet utfärdades.

Detta kan få till följd att tillverkaren kan ha gjort förändringar i formulering av i tätskiktssystemen ingående produkter på grund av t ex förändringar i råvaror, önskan om att använda andra råvaror eller användning av annan blandningsteknik m m.

Det skall dock sägas att den CE-märkning som finns för tätskiktssystemkonstruktioner innehåller ett visst krav på egenkontroll. Alla tätskiktssystemkonstruktioner som i skrivande stund har branschgodkännande via Byggkeramikrådet är CE-märkta. Byggkeramikrådet har dessutom ett internt branschkrav om att tätskiktssystemkonstruktioner skall vara CE-märkta.

### 3.4 CE-märkning av tätskiktssystem för våtutrymmen

CE-märkning av byggprodukter är inte något "godkännande" eller någon bedömning av produktens lämplighet mot svenska byggregler. CE-märkningen innebär att produkternas prestanda deklarerats på ett enhetligt sätt. CE-märkningen ersätter inte respektive lands nationella byggregler, därför är det viktigt att välja produkter som klarar de krav som ställs i respektive land. Det åligger byggherren att välja produkter som klarar kraven i den svenska bygglagstiftningen.

Från den 1 juli 2013 måste byggprodukter som omfattas av en harmoniserad standard ha en prestandadeklARATION och CE-märkning för att få säljas inom EU, enligt EU:s byggproduktförordning.

Tätskiktssystem för våtutrymmen omfattas inte av någon harmoniserad standard, och behöver därför inte CE-märkas. Man kan dock frivilligt få en våtrumskonstruktion CE-märkt genom att skaffa sig en europeisk teknisk bedömning (ETA), detta utfärdas av ett tekniskt bedömningsorgan. Det tekniska bedömningsorganet granskar teknisk dokumentation, provningsrapporter m m som tillverkaren åberopar. I det aktuella fallet med tätskiktssystem av folietyp sker granskningen gentemot en riktlinje ETAG 022 del 2 (4). CE-märkningen av tätskiktssystem av folietyp blev möjlig den 4 april 2011 då ETAG 022 del 2 (4) publicerades.

### 3.5 Ändringar i Boverkets byggregler BBR

Tätskiktssystem av folietyp är en förhållandevis ny företeelse på våtrumsmarknaden, de första systemen började saluföras omkring 2006. Att tätskiktssystem av folietyp introduceras på den svenska marknaden är en följd av att Boverkets byggregler BBR (5) ändrades 2006.

Förändringen i BBR (5) innebar att ett krav om att tillräckligt högt vattenånggenomgångsmotstånd för tätskikt som skall användas i våtutrymmen infördes. Detta värde bör beräknas vid en fuktsäkerhetsprojektering för den aktuella konstruktionen (enligt allmänt råd i BBR (5)). Förändringen av BBR (5) var bland annat föranledd av att i SP

Rapport 2006:46<sup>4</sup> Tätskikt bakom kakel i ytterväggar (6) redovisades skrämmande låga värden för vattenånggenomgångsmotstånd hos vätskebaserade tätskikt som var den typ av tätskikt som var förhärskande vid den tiden.

Det finns också en text i ett allmänt råd i BBR (5) om att vattenånggenomgångsmotstånd bör vara större än 1 000 000 s/m. Detta används ofta felaktigt som ett minimikrav. En fuktberäkning för en normal yttervägg hos t ex en villa ger ofta ett behov av vattenånggenomgångsmotstånd på 2 500 000 s/m eller högre. Om ett tätskikt med för lågt vattenånggenomgångsmotstånd används finns en betydande risk för mögel och besvärande lukt ifrån de fuktkänsliga materialen. På längre sikt finns också risk för röta med efterföljande problem med hållfasthet.

Det skall dock sägas att om en våtrumsvägg, ytter- eller innervägg, byggs upp av fukttåliga material som t ex betong så kommer behovet av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktet att vara betydligt lägre. Det kan vara tillräckligt med ett vattenånggenomgångsmotstånd på 100 000 s/m.

Det är mycket stor skillnad i behov av vattenånggenomgångsmotstånd i olika typer av konstruktioner. Detta beror på de ingående materialens olika kritiska fukttillstånd, det vill säga i vilken fuktmiljö materialen kan användas utan att mikrobiell tillväxt sker. Det är därför mycket viktigt att en fuktberäkning utförs.

## 3.6 Ändring i branschregler

Vid uppdatering av branschregler (7) 2010 infördes indelning av våtutrymmen i olika "våtzoner". I den nu gällande versionen av branschregler (8) från 2015 gäller samma indelning.

- Våtzon 1 är den zon som är mest belastad med vatten. Våtzon 1 innefattar väggar vid badkar och dusch samt väggytor minst 1 meter utanför dessa samt hela golvytan och i förekommande fall ytterväggar.
- Våtzon 2 är den zon som är mindre belastad med vatten. Våtzon 2 innefattar alla övriga väggar i våtutrymmet.

Vidare så infördes 2010 (7) krav om att vid konstruktioner bestående av skrivmaterial i våtzon 1 så skall tätskiktssystem av folietyp alltid användas.

Detta innebar att tätskiktssystem av folietyp snabbt blev vanligt förekommande på marknaden och utgör en betydande del av de våtutrymmen som produceras idag, både inom nyproduktion och inom renovering. Då dessa system har funnits på marknaden under en relativt kort tid kan man inte påstå att de är beprövade. Detta speciellt då tidigare forskningsprojekt (1), (2), (3), (9) och (10) har visat problem med limning av skarvar och genomföringar. En av slutsatserna i dessa forskningsprojekt är att flera tätskiktssystem av folietyp har små eller inga säkerhetsmarginaler.

---

<sup>4</sup> Projektet finansierades av Länsförsäkringars Forskningsfond

## 4 Syfte och mål

Syftet och målet med projektet är att kunna visa på tätskiktssystem som har god prognos att uppfylla kravet på vattentäthet och därmed vara vattenskadesäkrande. Projektet är tänkt att ge svar på om de på marknaden förekommande tätskiktssystemen uppfyller de krav som man rimligen kan ställa på dem. Det krav som borde ställas är att tätskiktssystemen är vattentäta så att intilliggande utrymmen inte skadas.

Ett annat syfte är att förmå tillverkarna av tätskiktssystem att förändra sina system så att de är robusta, hållbara och mindre känsliga för mänskliga fel vid installation så att resultatet blir vattentäta våtutrymmen samt att ha en god prognos till att ha en rimlig livslängd.

Undersökningar av tätskiktssystem leder till ökad kunskap om materialegenskaper samt utförandeprocessen vilket ger underlag för förbättringar av såväl system, arbetsätt som framtida provningsmetoder.

## 5 Metod/genomförande

Projektet har genomförts genom användande av funktionsprovning vilket innebär att vattentätheten hos tätskiktsfolien, genomföringar och skarvningar undersöks i tätskiktskonstruktionen.

Funktionsprovningen har utförts enligt en till svenska förhållanden anpassad version av ETAG 022 Annex A, numera benämnd SP-metod 5111, utgåva 2 (3). På golvet, i provlådan, installeras tre golvbrunnar av olika fabrikat och andra genomföringar som normalt finns i ett badrumsgolv.

Provningsmetoden har anpassats för att likna det förhållande som gäller för svenskt byggande t ex placering av golvbrunnar. Tanken är att i den anpassade provningsmetoden skall torktider m m specificeras så att dessa stämmer överens med verkliga förhållanden.

I projektet görs även analyser av tätskiktsfolie. Detta i syfte att i framtiden kunna avgöra om tätskiktsfolien har förändrats.

Detta görs genom:

- Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktsfolien.
- Bestämning av ytvikt.
- FTIR-analys (analys av materialsammansättning) hos tätskiktsfoliens ingående skikt.
- DSC-analys (bestämning smältpunkten hos ett material samt oxidationstemperatur).

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av funktionsprovningen och av de analyser som utförts.

### 5.1 Funktionsprovning

Funktionsprovningen har utförts enligt en till svenska förhållanden anpassad version av ETAG 022 Annex A (11) numera benämnd SP-metod 5111, utgåva 2 (3).

Kort beskrivning av provningens utförande:

En ”provlåda” som på insidan har försetts med tätskiktskonstruktionen som skall undersökas utsätts för belastningar enligt nedan.

1. Golvkonstruktionen ställs under vatten (100 mm) under 24 timmar.
2. Dynamisk last genom fallande sandsäck (30 kg) 3 gånger på 5 olika punkter.
3. Golvkonstruktionen ställs under vatten (100 mm) under 24 timmar.
4. Växlande varmt (90°C) och kallt (10°C) vatten på brunnarnas fläns, 100 cykler. Dessa cykler tar 6,6 timmar att utföra.
5. Växlande varmt (60°C) och kallt (10°C) vatten på brunnar, genomföringar, hörn m m, 1 500 cykler. Dessa cykler tar 100 timmar att utföra.
6. Golvkonstruktionen ställs under vatten (100 mm) under 7 dygn.

Under och efter alla moment utförs inspektion i syfte att upptäcka eventuella läckage.

Provningsmetoden finns i sin helhet i bilaga 1. RISE är ackrediterad av SWEDAC<sup>5</sup> för att utföra provning enligt ETAG 022 Annex A (11).

Provningsmetoden ETAG 022 Annex A (11) publicerades i Europa redan i maj 2005 av EOTA<sup>6</sup>. Provningsmetoden är i grunden en Nordtestmetod, NT Build 230 (12), som man har modifierat något. Metoden har använts i Danmark och Norge under mycket lång tid. Den tidigaste beskrivningen av provningsmetoden som vi har funnit är från december 1979 i SBI<sup>7</sup> Notat 83 (13).

Följande anpassningar har gjorts:

- Val av golvbrunnar.  
Följande golvbrunnar används:  
Blücher golvbrunn Drain multi, rund rostfri brunn med skruvad klämring.  
Golvbrunnens fläns har försänkts i spånskivan.  
Jafo PBL 75, rund plastbrunn med skruvad klämring. JAFOs monteringsplatta har använts.  
Purus Brage, rund plastbrunn med fjäderbelastad klämring. Purus monteringsplatta har använts.
- Placering av golvbrunnar.  
Golvbrunnar placeras så att flänsens ytterkant hamnar minst 200 mm från vägg eller annan golvbrunn.
- Placering av avloppsrör.  
Det är ett fritt avstånd mellan avloppsrör och vägg på 60 mm.
- Specificering av torktid före provning.  
Torktid före provning skall vara enligt tillverkarens monteringsanvisning, dock max 7 dygn. Detta är en viktig ändring jämfört med den ursprungliga provningsmetoden (11). I den ursprungliga provningsmetoden finns ingen maximal torktid före provning specificerad. Detta har lett till att provningar har utförts där torktiden före provningar har varit många veckor. Dessa provningar har sedan legat till grund för olika typer av godkännanden.
- Vid provningens avslutande demonteras provuppställningen och tätskiktet tas bort för inspektion efter eventuella läckage. Detta är kanske den allra viktigaste ändringen av provningsmetoden (3).

I den ursprungliga provningsmetoden (11) finns det, konstigt nog, inget krav om att man skall demontera provuppställningen och ta bort tätskiktet för inspektion av eventuella läckage. I provningsmetoden (11) finns det text om att tätskiktet "företrädesvis" skall tas bort vid inspektion efter eventuella läckage.

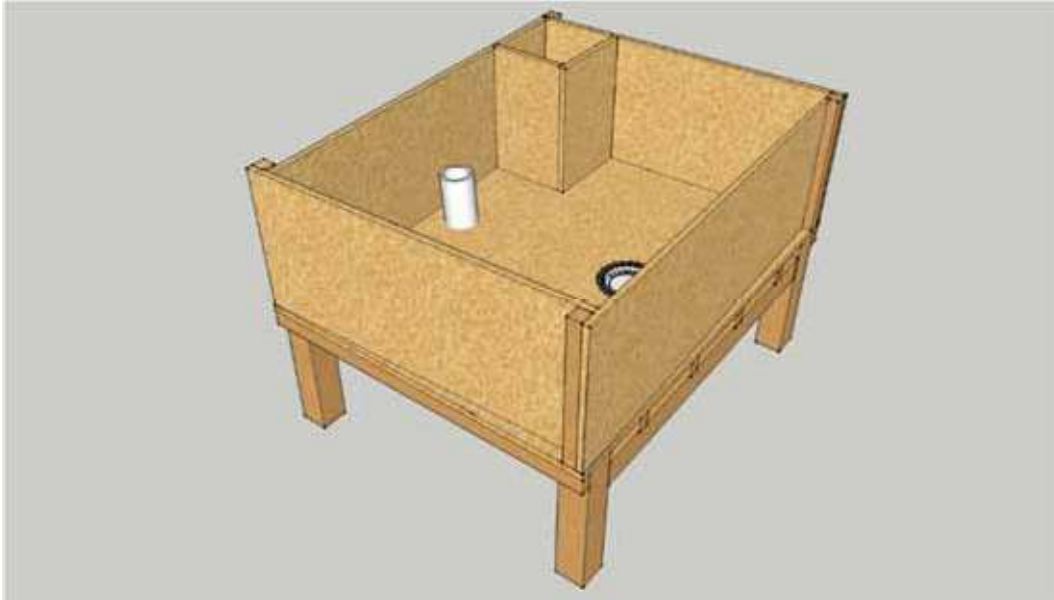
Vid vissa provningsinstitut i Europa görs tolkningen att tätskiktet inte skall tas bort vid den avslutande inspektionen. Dessa provningar har sedan legat till grund för godkännanden. Detta är i vårt tycke ett mycket olämpligt sätt att utvärdera provningen på. Vår erfarenhet efter att ha utfört ett hundratal provningar är att det är helt nödvändigt att ta bort tätskiktet för att kunna utföra inspektion efter eventuella läckage.

<sup>5</sup> Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll

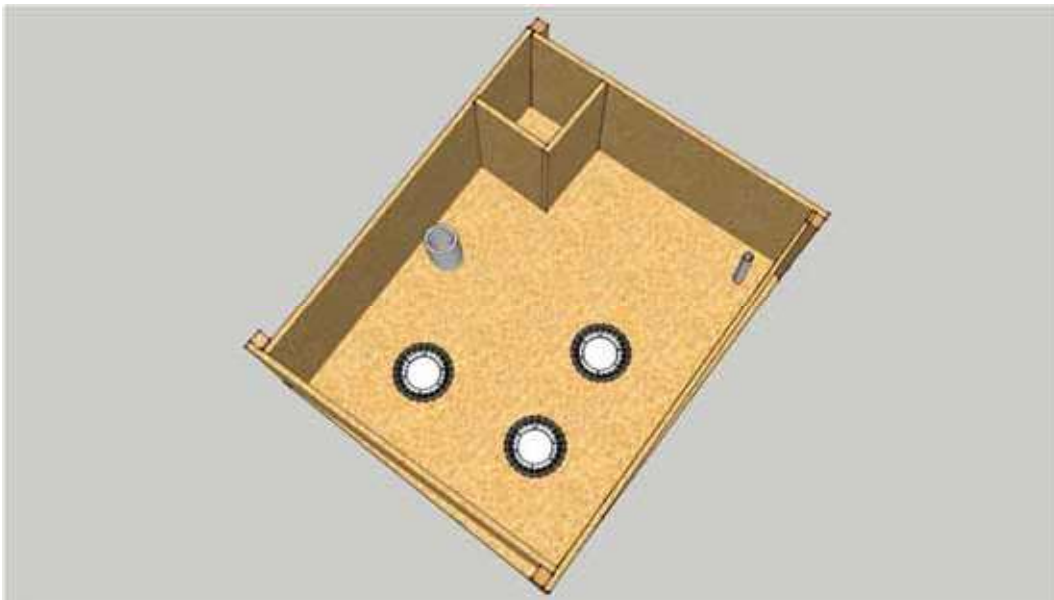
<sup>6</sup> European Organisation for Technical Approvals

<sup>7</sup> Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark

Vi har vid flera provningar funnit att provet förefaller vara vattentätt vid inspektion från undersidan vid avslutad vattenbelastning. När vi senare har avlägsnat tätskiktet så har betydande läckage kunnat iakttas. Läckagen har haft en sådan omfattning att om de hade uppkommit i en verklig byggnad hade de lett till allvarliga fukt- och vattenskador.



Figur 1. Provningsrigg - vy från sidan



Figur 2. Provningsrigg - vy från ovan. I figuren visas endast schematiskt typ av golvbrunn

## 5.2 Analyser

Med FTIR<sup>8</sup>-analys kan man bestämma vilken polymer som finns i ett prov. Med denna metod kan man dock inte se tillsatser i små halter (t ex antioxidanter, låga halter fyllmedel m m).

Med DSC<sup>9</sup>-analys kan man bestämma smältpunkten hos ett material samt oxidations-temperatur. Detta är ett indirekt mått på halten antioxidanter som ger materialet dess långtidsegenskaper, det vill säga att det fungerar i sin applikation under lång tid.

Med bestämning av materialets vikt per ytenhet ( $\text{g/m}^2$ ) får man ett indirekt mått på tjockleken. Bestämning av ytvikt har skett enligt EN ISO 23997 (14).

Med dessa analyser kan man bestämma om en tillverkare har förändrat ett material eller inte. Man kan dock inte se om en eventuell förändring har påverkat materialets ångtäthet. En förändring kan påverka materialet så det har fått en högre eller lägre ångtäthet. För att kunna avgöra om ångtätheten har påverkats måste mätning av vattenånggenomgångsmotstånd utföras.

Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskikt ger ett mått på hur tätt tätskiktet är mot vattenånga. Vattenånggenomgångsmotståndet är en mycket viktig materialparameter hos ett tätskikt då den är en förutsättning för att kunna göra en fuktberäkning som i sin tur är en del av den fuktsäkerhetsprojektering som skall göras enligt Boverkets byggregler BBR (5).

Bestämningen av vattenånggenomgångsmotstånd har utförts enligt SS-EN ISO 12572 (15). Mätningarna har utförts vid fuktbelastning med 100 % RF och en fuktnivå av  $75 \pm 2$  % RF i utrymmet där provningen utförs. Bestämningarna har utförts vid temperaturen 23 °C. Mätningarna har utförts direkt på tätskiktet utan att de har applicerats på någon bärare.

Enligt standarden SS-EN ISO 12572 (15) skall värden redovisas uttryckta i  $\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s/kg}$ , i Sverige används dock av tradition värdet för ånggenomgångsmotstånd uttryckt i s/m. Flera europeiska länder använder värden uttryckta som ekvivalent luftspalt ( $S_d$ -värde) som uttrycks i meter.

RISE är ackrediterad av SWEDAC<sup>10</sup> för att utföra de aktuella analyserna.

---

<sup>8</sup> Fourier Transform Infrarödspektroskopi

<sup>9</sup> Differential Scanning Calorimetry

<sup>10</sup> Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll

## 6 Införskaffande av tätskiktssystem för provning

De ekonomiska ramarna för detta projekt har medgett att nitton olika tätskiktssystem har undersökts.

Inbjudan till att kostnadsfritt få delta i projektet sändes ut till utvalda leverantörer av tätskiktssystem under våren 2018. Urvalet gjordes så att de nitton systemen i projektet skulle på bästa möjliga sätt spegla marknaden. Detta innebär att vi bland annat har försökt att få med alla större leverantörer i projektet. Urvalet har gjorts gemensamt av Länsförsäkringar och Byggkeramikrådet.

Alla de leverantörer som kontaktades ställde sig positiva till att delta i projektet och har så gjort genom att ställa produkter till förfogande och flera har även medverkat vid montering av tätskiktssystemen. Leverantörerna har även erbjudits att närvara vid provningens avslutande, det vill säga när provlådan rivs och eventuella läckage blir synliga.

För att ett system skall kunna vara med i projektet skall det vara tillgängligt på marknaden.

”Tillgängligt på marknaden” har definierats enligt följande:

Det skall ha funnits en aktuell monteringsanvisning. Med aktuell avses att monteringsanvisningen skall finnas tillgänglig t ex på leverantörens websida, en tryckt pappersversion eller på annat sätt finnas publikt tillgänglig. Alla produkter som ingår i tätskiktssystemet skall kunnat beställas, med leverans inom en vecka, eller köpas i butik.

Det har med denna definition inte varit möjligt att medverka i projektet med tätskiktssystem som har varit att betrakta som prototyper.

Projektet har denna gång infattat 19 tätskiktssystem. Av dessa var 18 tätskiktssystem av folietyp bestående av på båda sidor fleecebelagd polymerfolie samt ett tätskiktssystem bestående av trådsvetsad PVC beläggning/beklädnad. Samtliga system är avsedda att användas som tätskikt bakom keramiska plattor.

## 7 Montering av tätskiktssystem vid funktionsprovningen

Monteringen av tätskiktssystem har utförts av personal från RISE. De som har utfört monteringen har mångårig erfarenhet av provning enligt den använda metoden. Monteringen har genomförts enligt den vid monteringen gällande monteringsanvisningen. I förkommande fall har tillverkaren/leverantören medverkat vid monteringen.

Det tätskiktssystem som bestod av trådsvetsad PVC-beläggning/beklädnad har monterats av ett lokalt verksamt golventreprenörsföretag under överseende av personal från RISE och leverantören av tätskiktssystemet. Golventreprenörsföretaget har både GVK-auktorisering och är Auktoriserat golvföretag.

## 8 Resultat

I denna rapport anges inga varumärken eller produktnamn, det vill säga alla resultat m m redovisas anonymt. Detta är helt i linje med avtal som finns mellan RISE och Länsförsäkringars Forskningsfond och Byggkeramikrådet som har finansierat projektet. Vidare visas alla foton med resultat från undersökningarna i gråskala, detta för att för att försvåra identifieringen av de undersökta tätskiktssystemen.

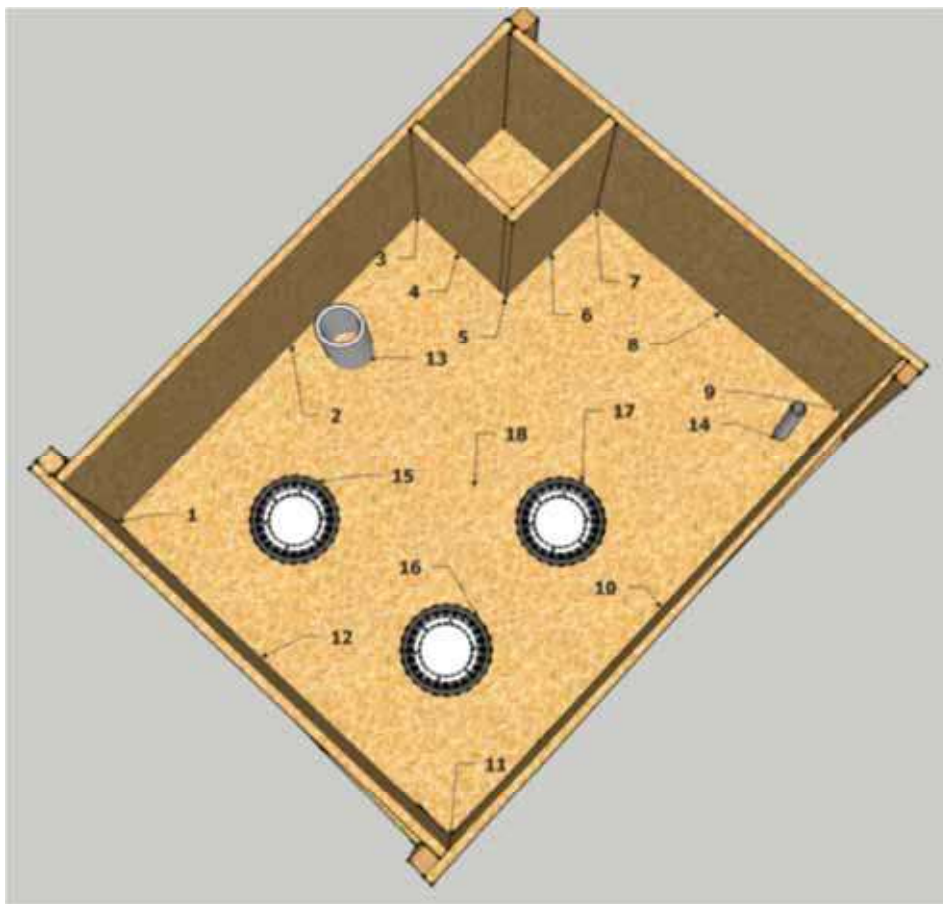
Resultatet från funktionsprovningarna redovisas i en tabell där eventuellt läckage vid 18 olika kontrollpunkter redovisas. Resultatet från den visuella inspektionen vid funktionsprovningens avslutande och tätskiktens demonterande redovisas med ett X i tabellen. En markering med X i kolumnen ”läckage” i tabellerna innebär att det var blött vid respektive kontrollpunkt vid inspektioner efter avslutad provning. Detta innebär i de flesta fall att det också är ett läckage vid den aktuella kontrollpunkten men i några fall kan vattnet ha spridit sig från ett större läckage vid en annan kontrollpunkt.

Det finns också en förklarande text nedanför tabellen som beskriver resultatet från funktionsprovningen för varje undersökt tätskiktssystem.

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhorn               |         |              |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 3             | Innerhorn               |         |              |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 5             | Ytterhorn               |         |              |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 7             | Innerhorn               |         |              |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 9             | Innerhorn               |         |              |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 11            | Innerhorn               |         |              |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         |              |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         |              |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         |              |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         |              |
| 18            | Vid mittskarv           |         |              |

Tabell 1. Kontrollpunkter

Det bör särskilt beaktas att vid angivande av läckage vid golvbrunnar görs ingen skillnad på om läckage är i klämring eller om läckage är vid brunnsmanshettens ytterkant.



Figur 3. Kontrollpunkternas placering

Resultat från bestämningar av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt redovisas i bilaga 2.

Resultat från FTIR-analys och DSC-analys redovisas i bilaga 3.

## 8.1 Tätskiktssystem nr 1

### 8.1.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

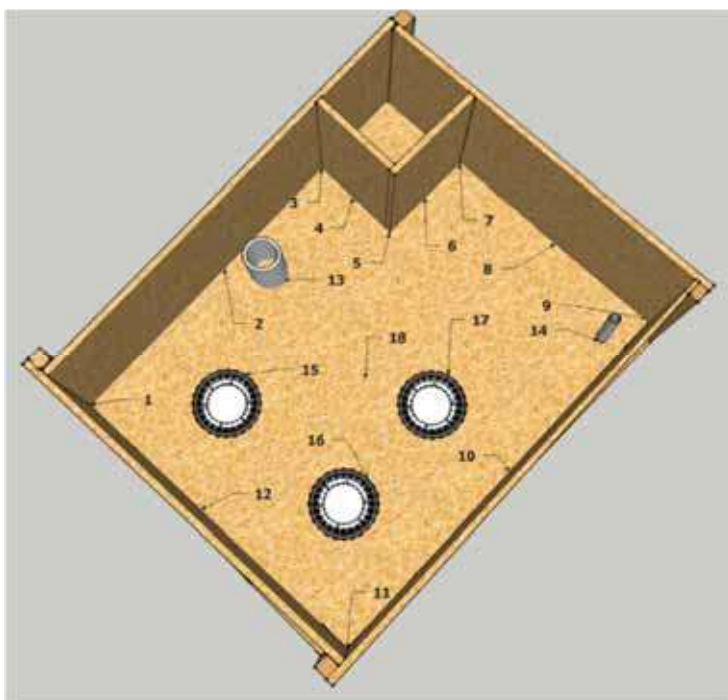
Vid golvbrunnarna klipps folien upp utanför klämringarna så att fyrkantiga hål med 30 cm sida erhålls.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.1.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 4. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        | X       |              |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 2. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 17: Ett litet läckage vid kanten av brunnsmanschetten, diameter ca 5 cm.



Bild 1. Punkt 17: Ett litet läckage vid hörnet av brunnsmanschetten kring Blücherbrunnen, diameter ca 5 cm.

## 8.2 Tätskiktssystem nr 2

### 8.2.1 Montering

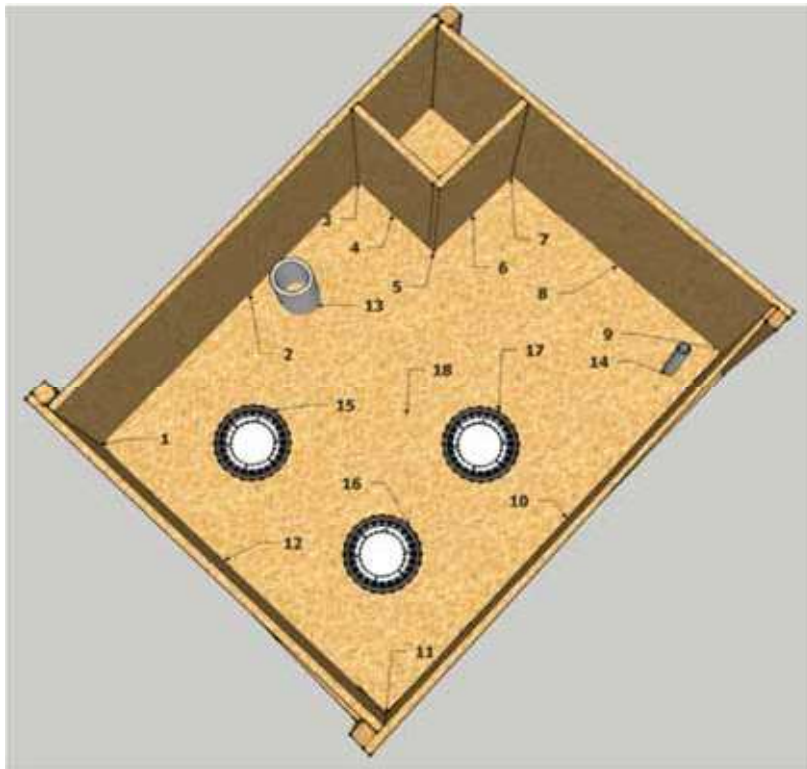
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.2.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 5. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 3. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Hela lådan var torr och utan spår av vattenläckage.

## 8.3 Tätskiktssystem nr 3

### 8.3.1 Montering

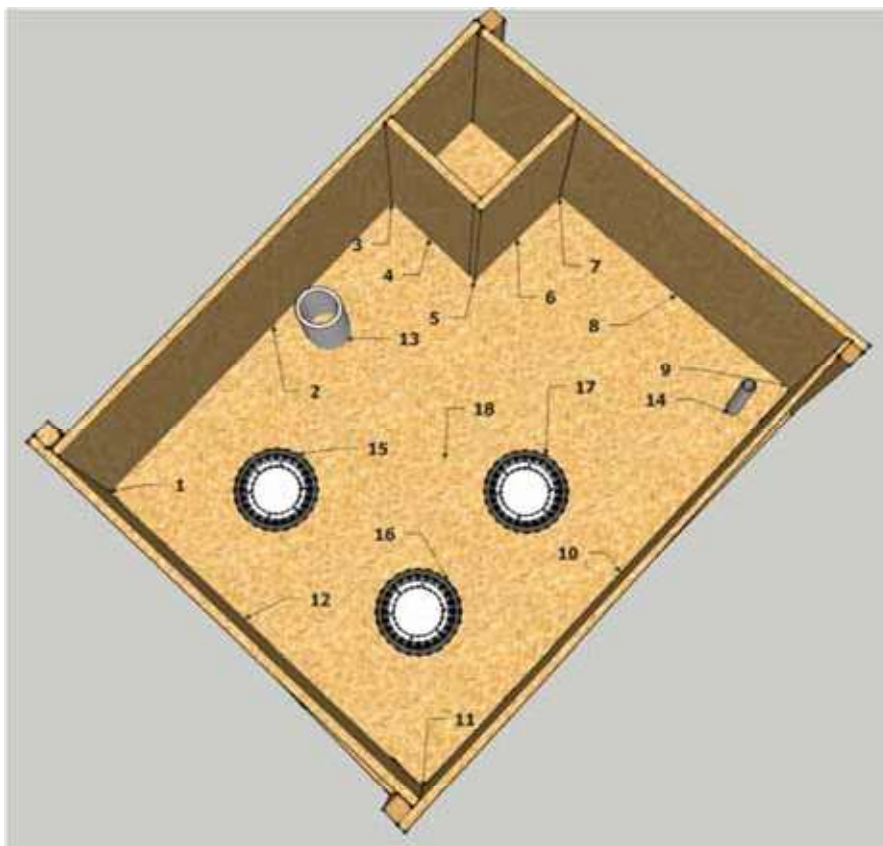
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.3.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 6. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 4. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Alla delar var torra och utan spår av vattenläckage, ingen anmärkning.

## 8.4 Tätskiktssystem nr 4

### 8.4.1 Montering

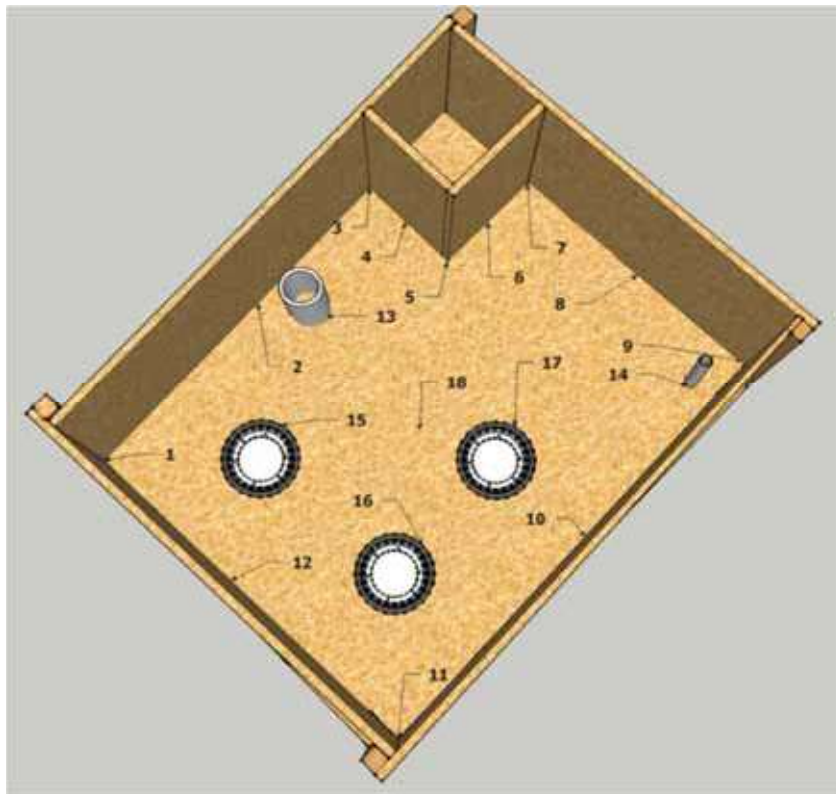
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.4.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 7. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               | X       |              |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 5. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 11: En liten blöt fläck, ca 5 x 10 cm, ungefär 15 cm ut från hörnet.

Punkt 13: Det var blött runt hela röret, bredd 5–7 cm.

Alla övriga delar var torra och utan spår av vattenläckage.



Bild 2. Punkt 11. Mindre läckage vid innerhörn. Storlek ca 5 x 10 cm.



Bild 3. Punkt 13. Läckage vid avloppsröret DN110, bredd 5–7 cm.

## 8.5 Tätskiktssystem nr 5

### 8.5.1 Montering

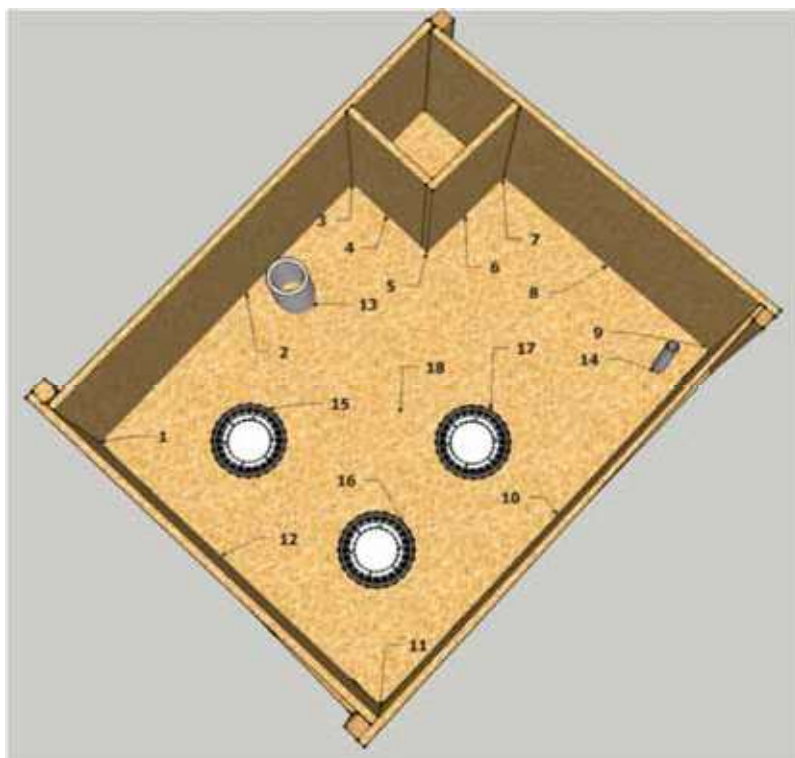
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.5.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Redan vid första provningsmomentet, då provlådan fylldes med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 24 h, konstaterades ett vattenläckage vid det stora avloppsroret DN110.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 8. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  | X       |              |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 6. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 13: Det fanns ett blött parti runt 3/4 av rörets diameter. Storlek ca 10 x 20 cm.

Punkt 14: Det fanns ett blött parti runt nästan hela röret, bredd ca 1–2 cm.

Övriga delar av lådan var torr och utan spår av vattenläckage.

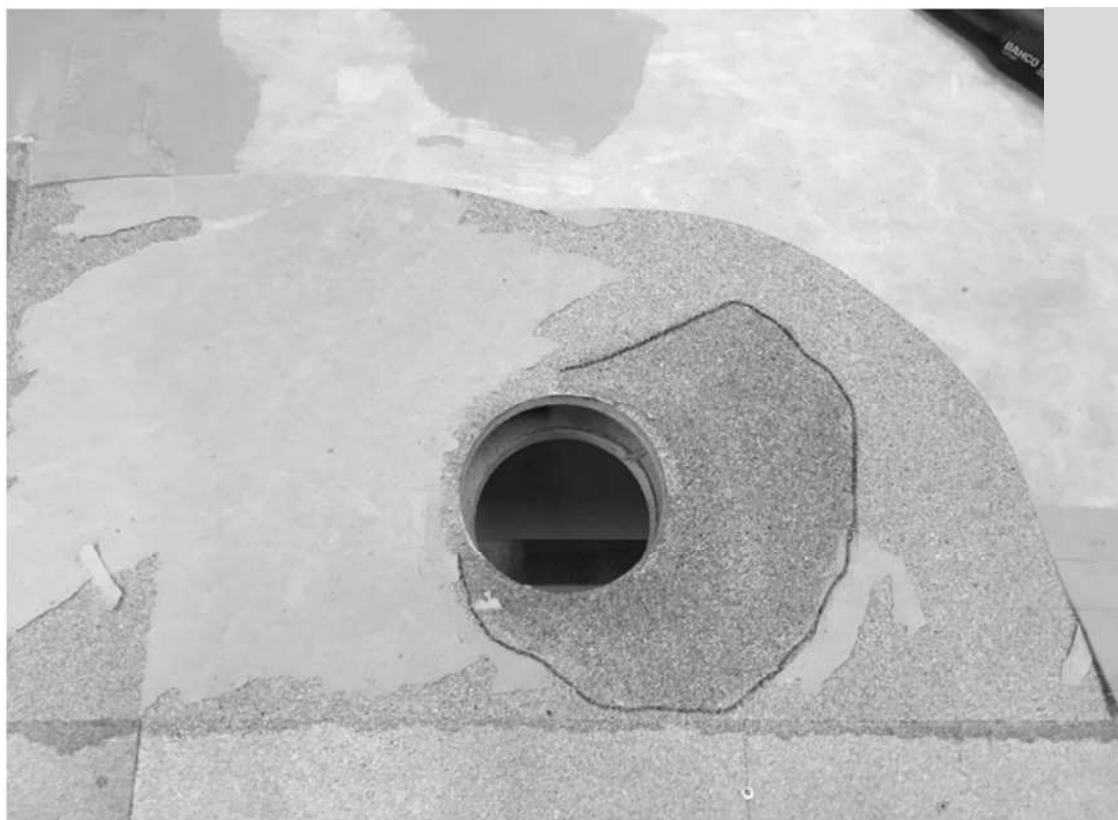


Bild 4. Punkt 13. Stora avloppsröret, det fanns ett blött parti runt 3/4 av rörets diameter. Storlek ca 10 x 20 cm.



Bild 5. Punkt 14. Lilla avloppsröret, det fanns ett blött parti runt nästan hela röret, bredd ca 1–2 cm.

## 8.6 Tätskiktssystem nr 6

### 8.6.1 Montering

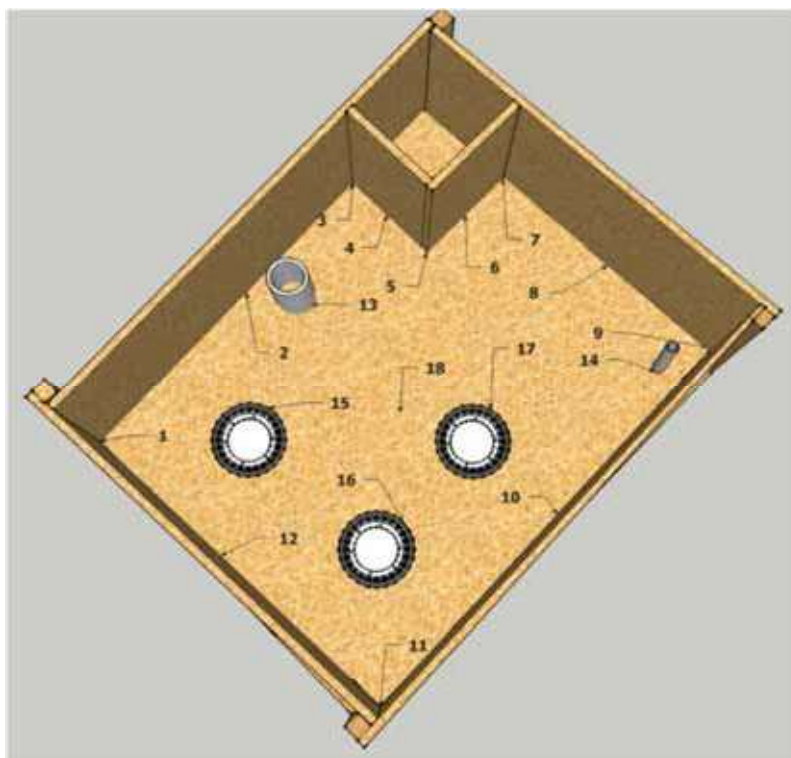
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.6.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Redan vid första provningsmomentet, då provlådan fylldes med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 24 h, konstaterades ett kraftigt vattenläckage vid det stora avloppsröret DN110.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 9. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 7. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 13: Det var blött runt hela röret, diameter ca 40 cm.

Punkt 15: Det fanns en mycket liten blöt fläck vid kanten av brunnsmanschetten, storlek ca 2 x 2 cm.



Bild 6. Punkt 13. Stort läckage vid stora avloppsröret, DN110.



Bild 7. Punkt 15. Mycket litet läckage vid kanten av brunnsmanschetten vid Purusbrunnen

## 8.7 Tätskiktssystem nr 7

### 8.7.1 Montering

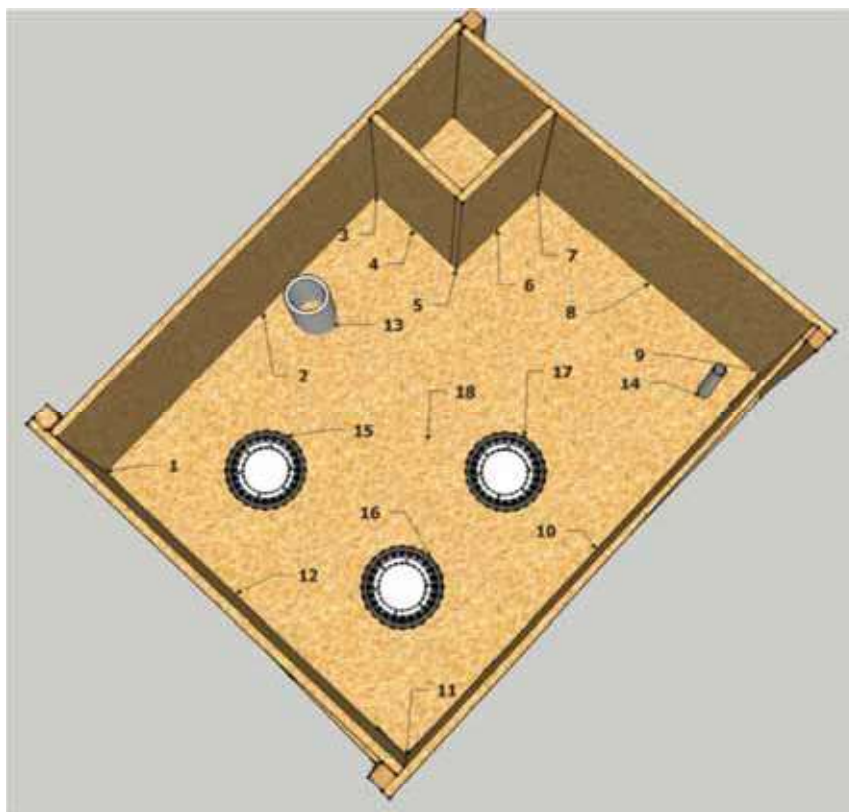
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.7.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 10. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 8. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Hela lådan var torr och utan spår av vattenläckage.

## 8.8 Tätskiktssystem nr 8

### 8.8.1 Montering

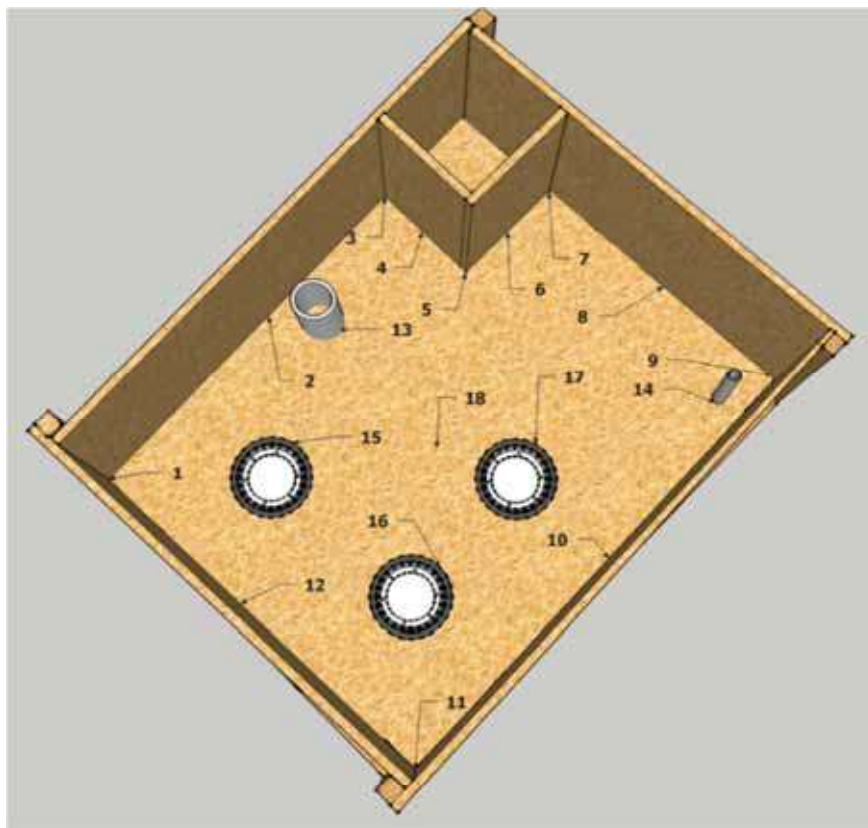
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.8.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Vid vattenbelastning efter dynamisk belastning med sandsäck konstaterades vid inspektion från undersidan konstaterades ett läckage vid Purusbrunnen.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 11. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           | X       |              |
| 17            | Vid Blücherbrunn        | X       |              |
| 18            | Vid mittskarv           | X       |              |

Tabell 9. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 15: Det var blött i spånskivan runt hela Purusbrunnens monteringsplatta, bredd 5–15 cm.

Punkt 16 och 18: Ett sammanhängande läckage vid Jafobrunnen och mittskarven. Det var blött längs ca halva ena kanten av Jafobrunnens monteringsplatta och under mittskarven, storlek ca 10 x 20 cm. Läckaget misstänks ha uppstått vid mittskarven och spridit sig till golvbrunnen. Läckaget hänger även samman med punkt 15 ovan.

Punkt 17 och 18: Ett sammanhängande läckage vid Blücherbrunnen och mittskarven. Det var blött under mittskarven och längs en och en halv kant av Blücherbrunnens brunnsmanschett. Storlek ca 10 x 50 cm plus 5 x 40 cm. Läckaget misstänks ha uppstått vid mittskarven och spridit sig till golvbrunnen, framför allt via skarven mellan de två golvspånskivorna.

Punkt 18: Ett mycket litet läckage upptäcktes där mittskarven ansluter mot golv-väggvinkeln på provlådans ena kortsida, storlek ca 1 x 3 cm.

Endast det vid provstarten upptäckta läckaget vid Purusbrunnen var synligt på utsidan av spånskivorna.



Bild 8. Översiktsbild över hela golvet med läckageställen markerade

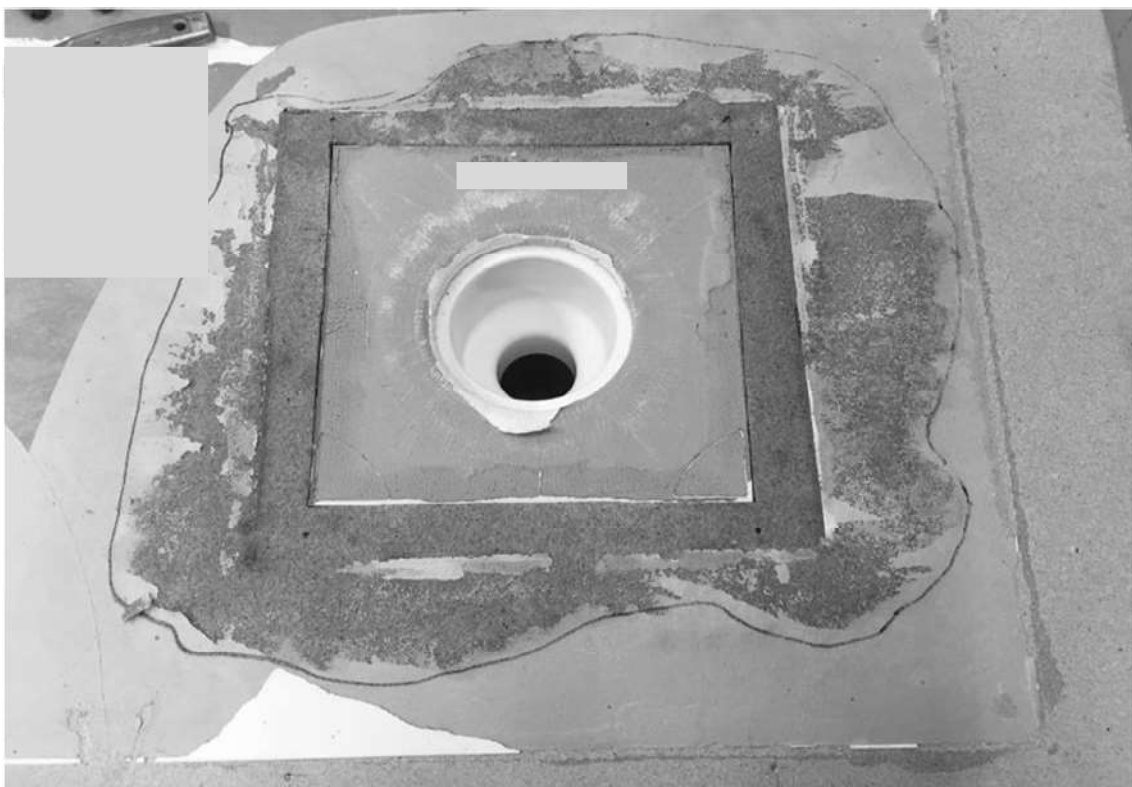


Bild 9. Punkt 15. Läckage kring Purusbrunnen, bredd 5–15 cm. Läckaget uppstod redan vid första vattenfyllningen.



Bild 10. Punkt 16 och 18.

Punkt 16 och 18: Ett sammanhängande läckage vid Jafobrunnen och mittskarven. Det var blött längs ca halva ena kanten av Jafobrunnens monteringsplatta och under mittskarven, storlek ca 10 x 20 cm. Läckaget misstänks ha uppstått vid mittskarven och spridit sig till golvbrunnen. Läckaget hänger även samman med punkt 15 ovan.

Punkt 18: Ett mycket litet läckage där mittskarven ansluter mot golv-väggvinkeln på provlådans ena kortsida, storlek ca 1 x 3 cm, högst upp till vänster i bilden.

## 8.9 Tätskiktssystem nr 9

### 8.9.1 Montering

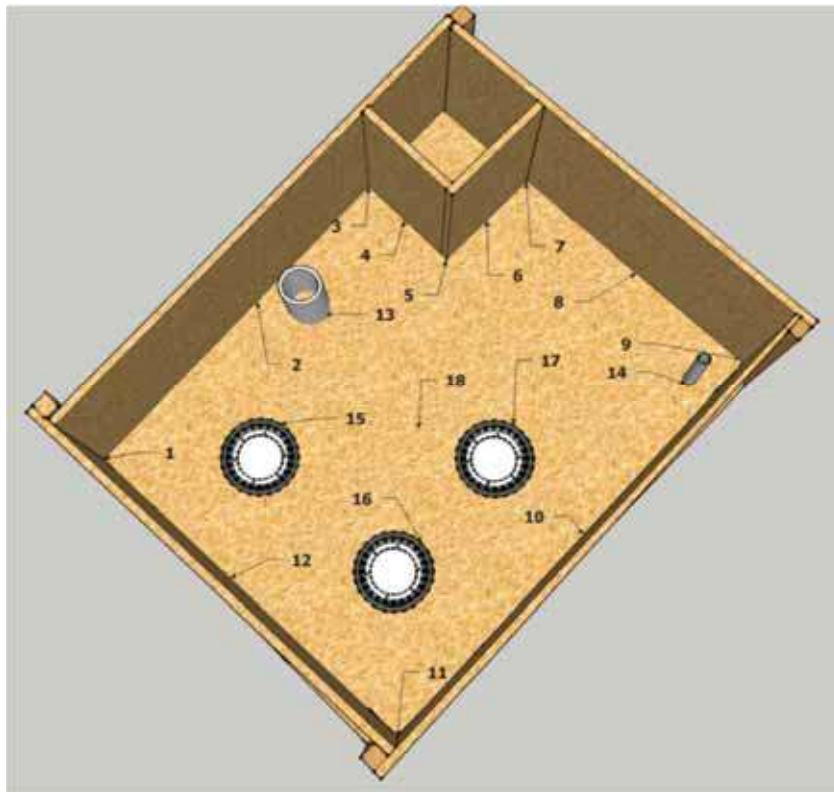
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.9.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Vid den avslutade vattenbelastningen dygn noterades efter 3 dygn ett vattenläckage på lådans utsida mellan lilla avloppsröret och ytterhörnet.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 12. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 3             | Innerhörn               | X       |              |
| 4             | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 5             | Ytterhörn               | X       |              |
| 6             | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 7             | Innerhörn               | X       |              |
| 8             | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 10. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 2, 3, 4, 5 och 13: Sammanhängande större läckage, storlek ca 50 x 25 cm.

Punkt 6, 7 och 8: Sammanhängande större läckage, storlek ca 50 x 20 cm.

Punkt 12: Mindre läckage, storlek ca 15 x 10 cm.

Punkt 2 och 15: Sammanhängande större läckage, storlek ca 30 x 20 cm.



Bild 11. Överblick över hela golvytan.



Bild 12. Punkt 2, 3, 4, 5 och 13: Sammanhängande större läckage vid stora avloppsröret samt inner- och ytterhörn, storlek ca 50x 25 cm.



Bild 13. Punkt 6, 7 och 8: Sammanhängande större läckage vid innerhörn, storlek ca 50x20 cm.



Bild 14. Punkt 2, 12 och 15

Punkt 12: Mindre läckage vid ena kortsidan, storlek ca 15 x 10 cm (till höger i bild).

Punkt 2 och 15: Sammanhängande större läckage mellan Purusbrunnen och väggen, storlek ca 30 x 20 cm (i bildens underkant).

## 8.10 Tätskiktssystem nr 10

### 8.10.1 Montering

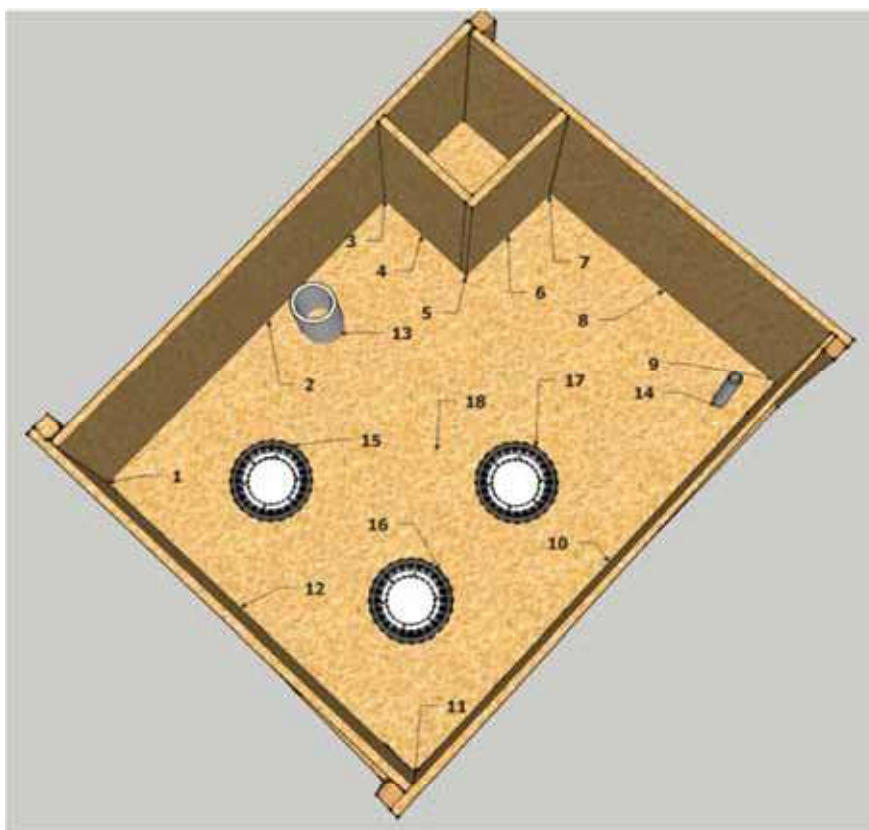
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.10.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 13. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        | X       |              |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  | X       |              |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        | X       |              |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 11. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 10: Läckage i golv-väggvinkeln, längd 30–40 cm, bredd 1–3 cm.

Punkt 13: Läckage kring hela avloppsröret DN110, bredd 5–10 cm.

Punkt 14: Mindre läckage vid avloppsröret DN50, längd ca 5 cm, bredd ca 1 cm.

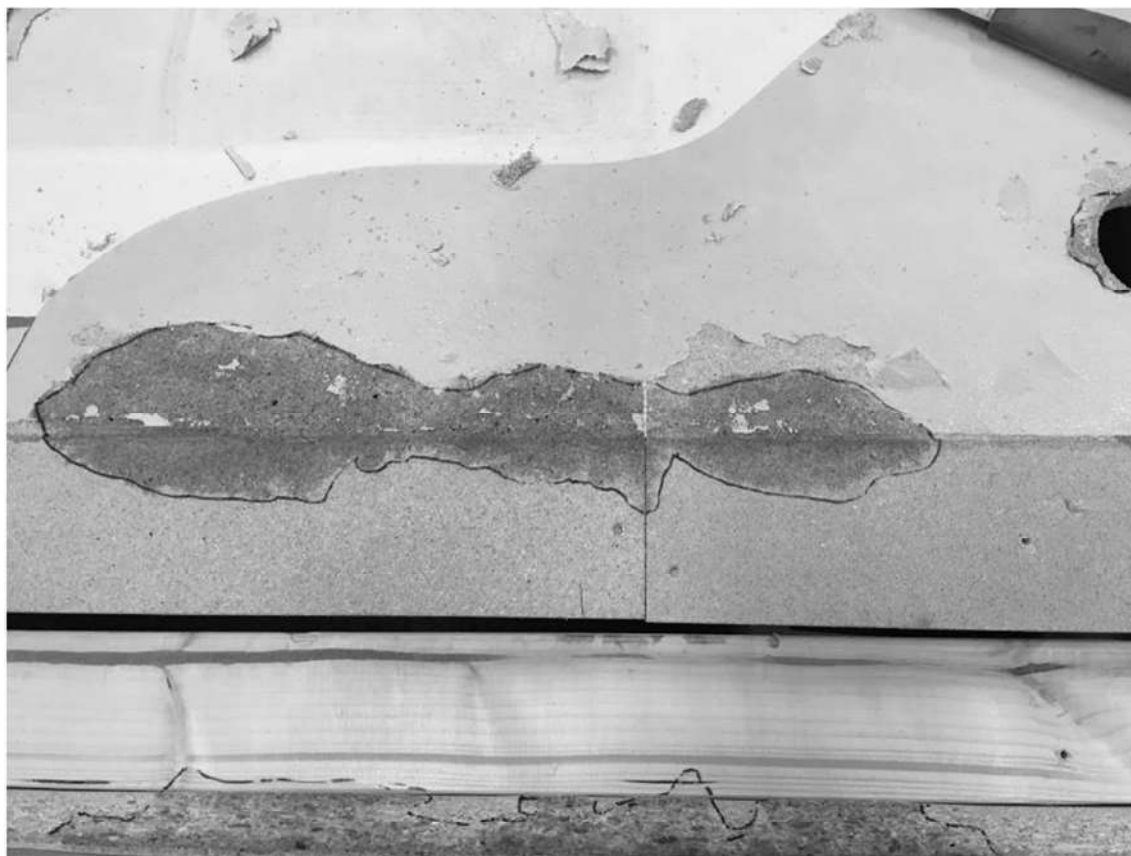


Bild 15. Punkt 10: Läckage i golv-väggvinkeln, längd 30–40 cm, bredd 1–3 cm.

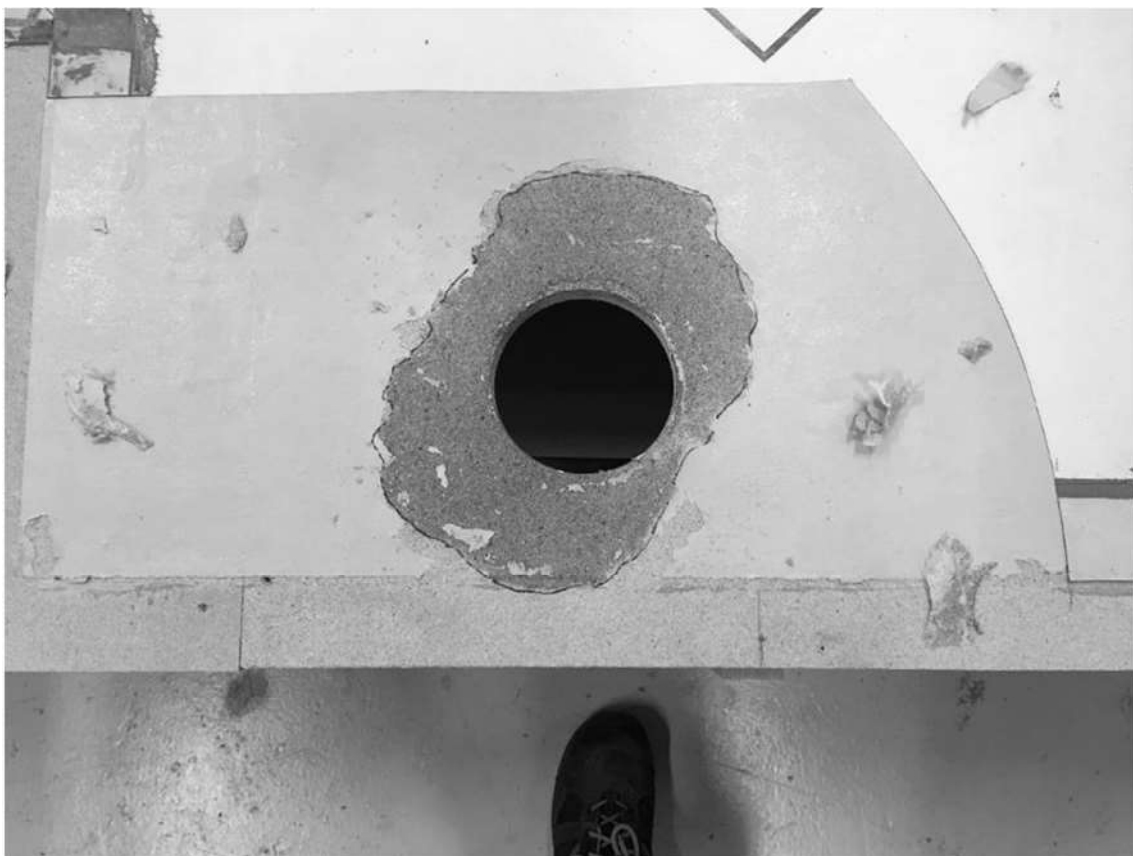


Bild 16. Punkt 13: Läckage kring hela avloppsröret DN110, bredd 5–10 cm.



Bild 17. Punkt 14: Mindre läckage vid avloppsröret DN50, längd ca 5 cm, bredd ca 1 cm.

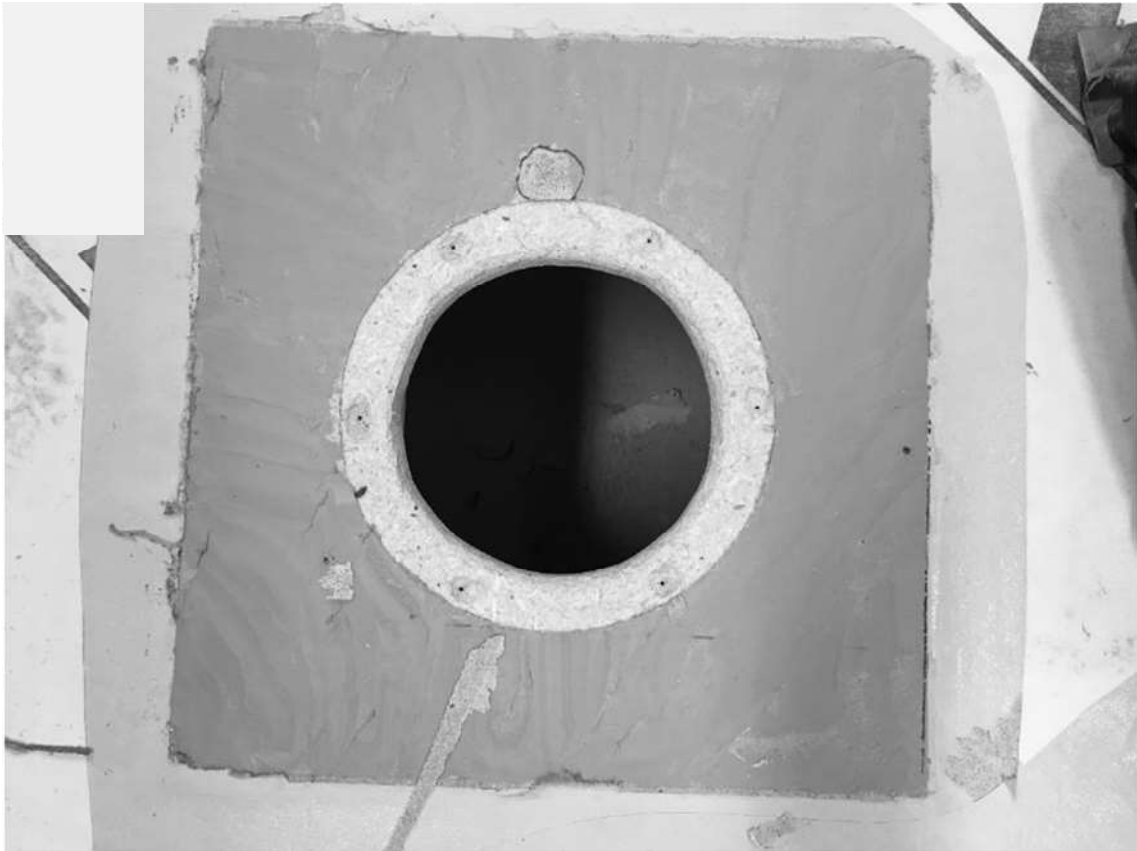


Bild 18. Punkt 17: Mindre läckage vid brunnsflänsen för Blücherbrunnen, diameter ca 3 cm.

## 8.11 Tätskiktssystem nr 11

### 8.11.1 Montering

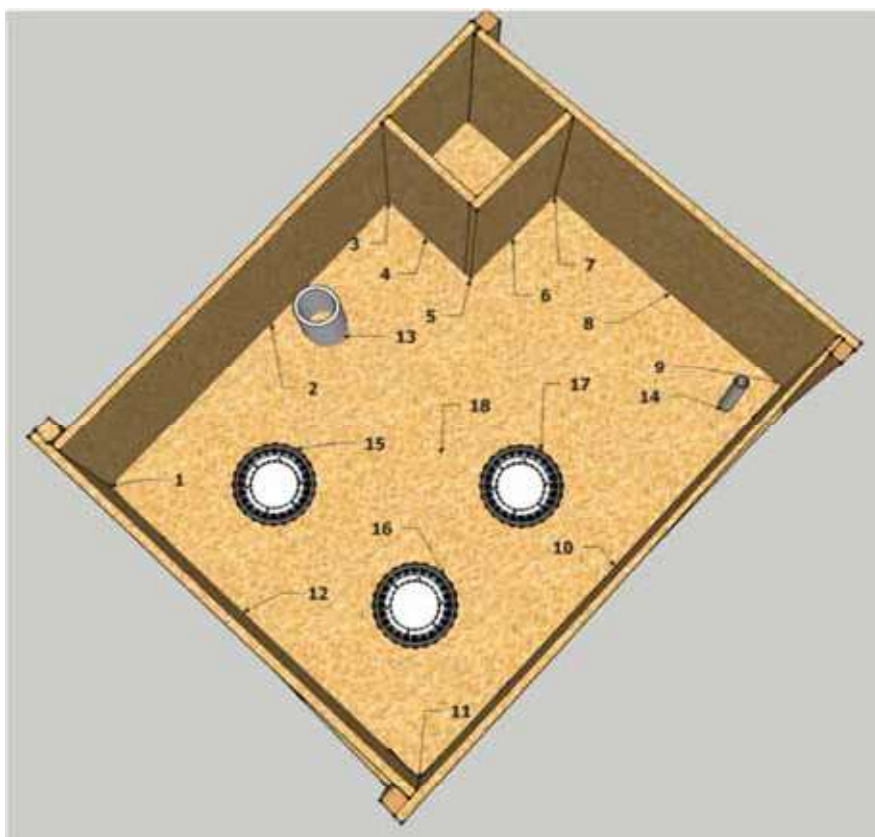
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.11.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 14. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 12. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Alla delar var torra och utan spår av vattenläckage, ingen anmärkning.

## 8.12 Tätskiktssystem nr 12

### 8.12.1 Montering

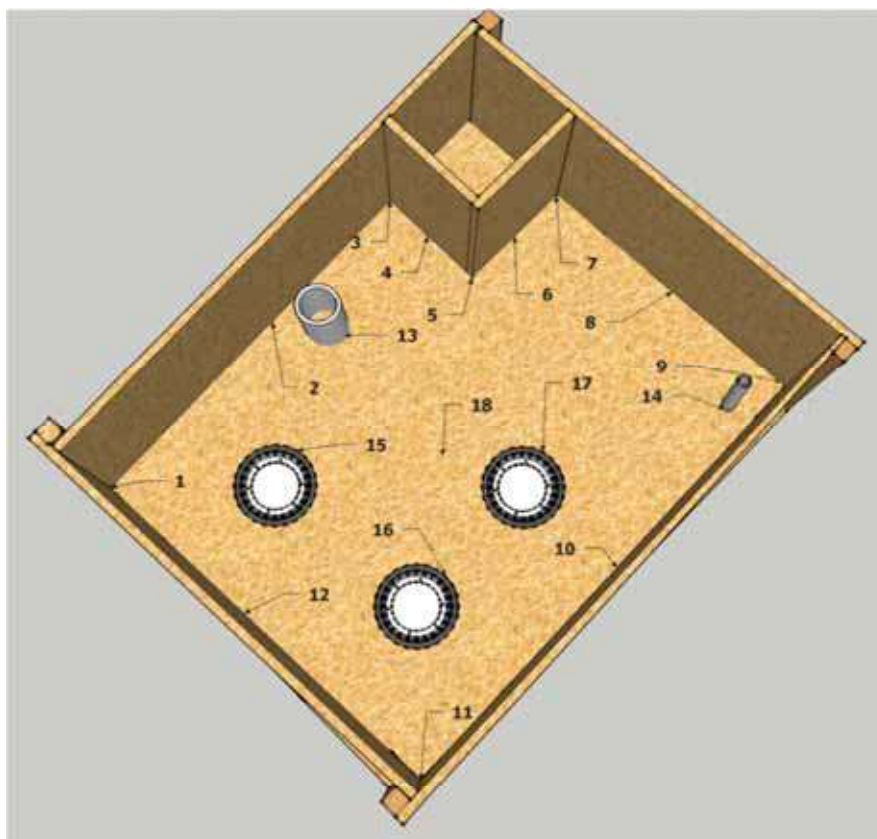
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.12.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 15. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 13. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Hela lådan var torr och utan spår av vattenläckage.

## 8.13 Tätskiktssystem nr 13

### 8.13.1 Montering

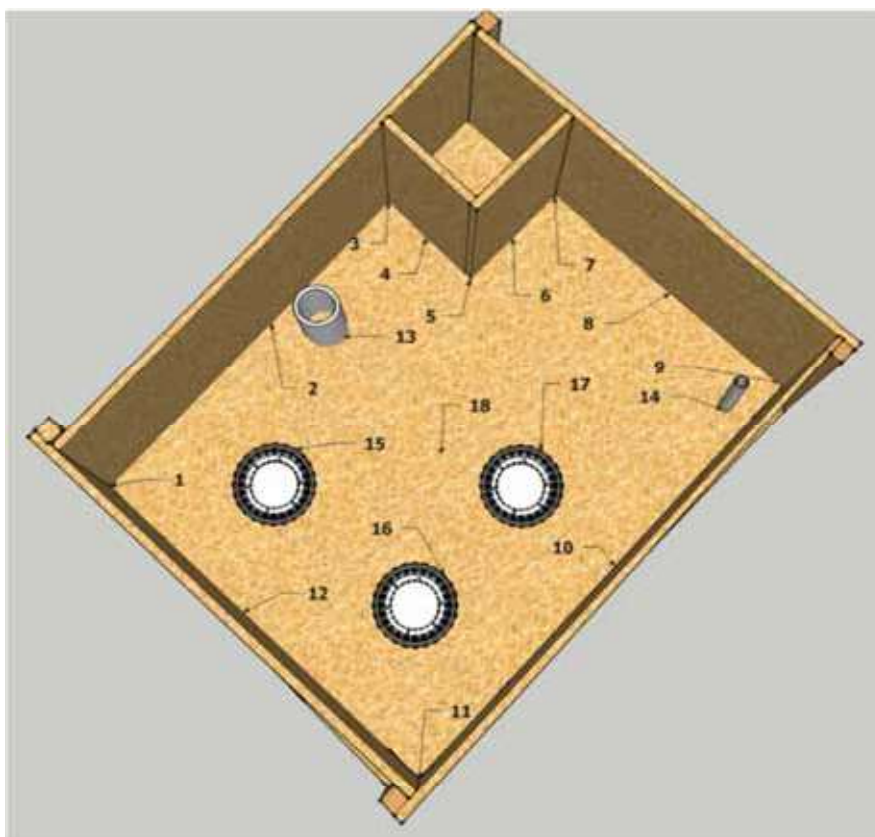
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.13.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 16. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  | X       |              |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 14. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 13: Det var blött runt hela röret, bredd 5–8 cm.

Punkt 14: Det var blött runt hela röret, bredd ca 5 cm.

Inget av de upptäckta läckagen var synligt på utsidan av spånskivorna.



Bild 19. Punkt 13, läckage i kring det stora avloppsröret, DN110.



Bild 20. Punkt 14, läckage kring det lilla avloppsröret, DN50.

## 8.14 Tätskiktssystem nr 14

### 8.14.1 Montering

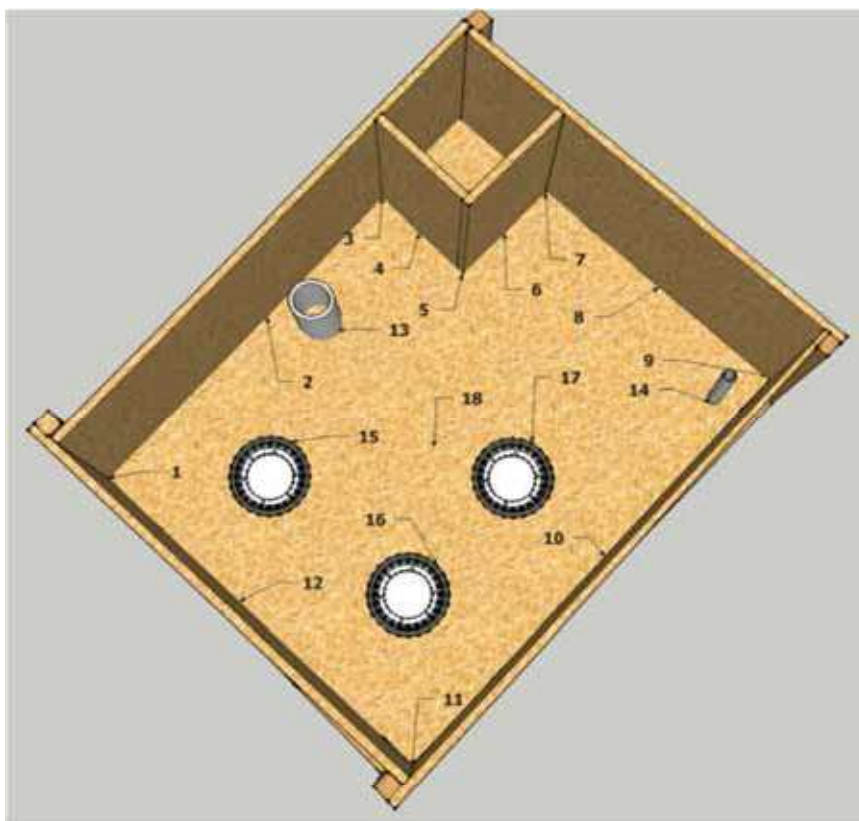
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.14.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 17. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 15. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Alla delar var torra och utan spår av vattenläckage, ingen anmärkning.

## 8.15 Tätskiktssystem nr 15

### 8.15.1 Montering

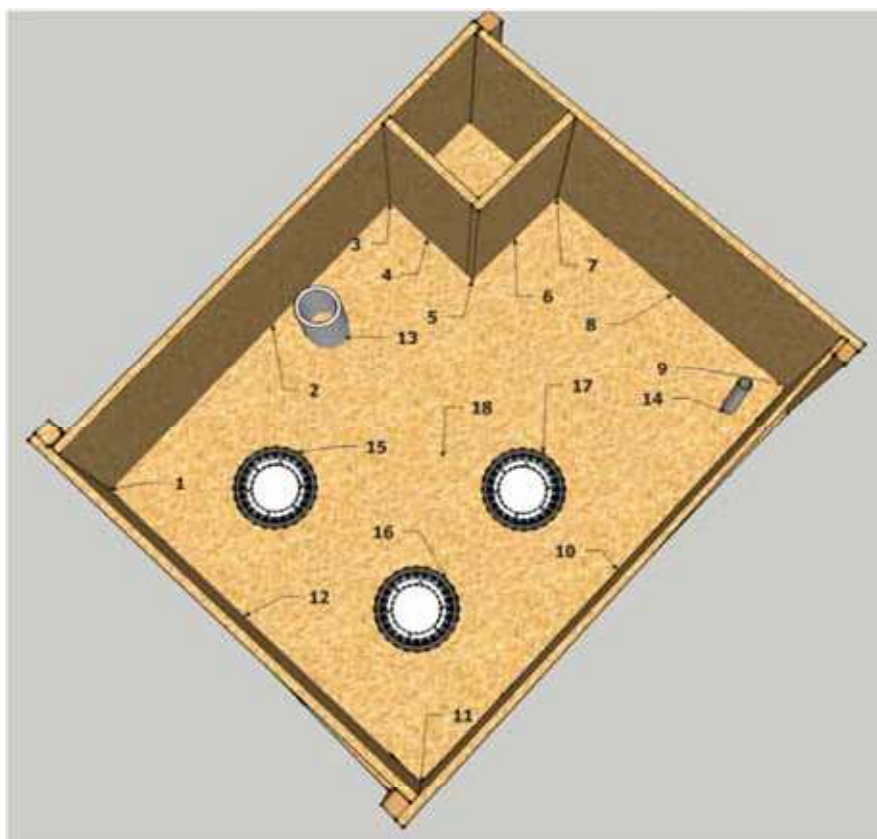
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.15.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 18. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  | X       |              |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 16. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 14: Det fanns ett litet läckage på ena sidan av avloppsröret, storlek ca 2 x 5 cm.

Punkt 15: Läckage kring ca 1/3 av monteringsplattans storlek, längd ca 45 cm, bredd 5–10 cm.

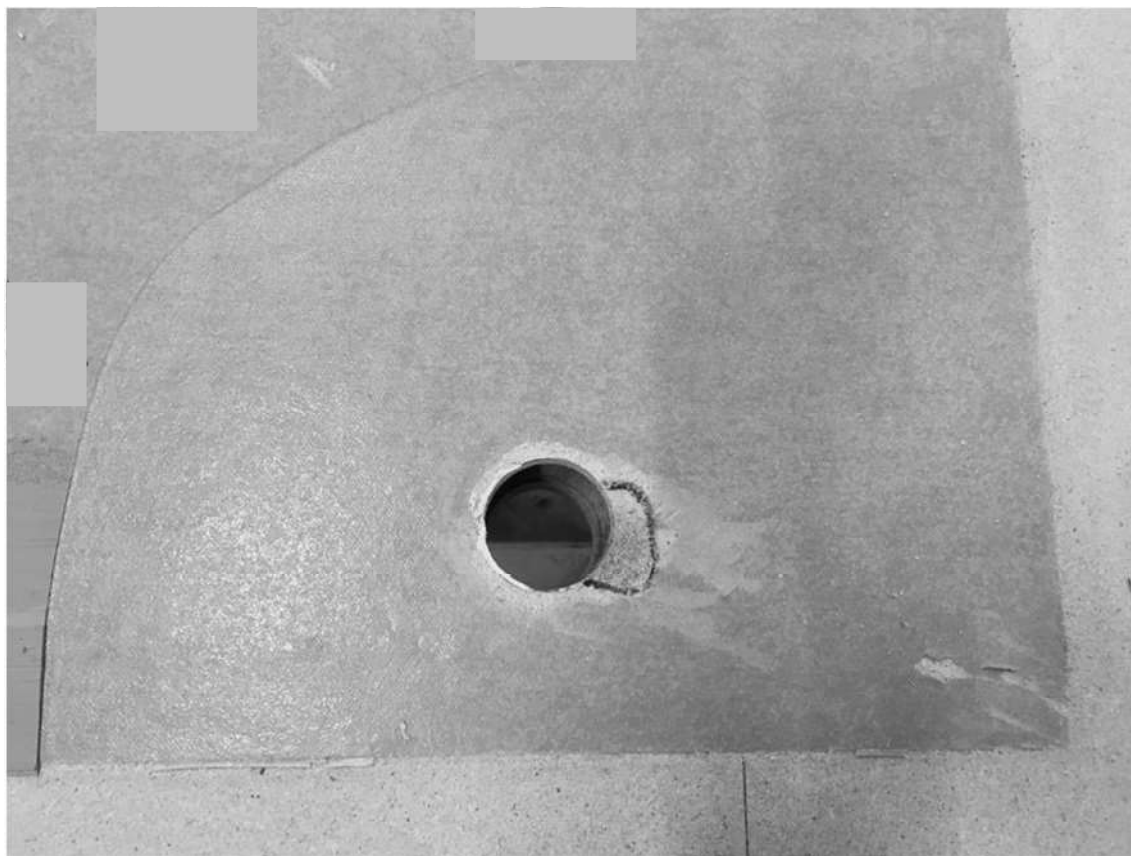


Bild 21. Punkt 14: Litet läckage vid det lilla avloppsröret DN50, storlek ca 2 x 5 cm.



Bild 22. Punkt 15: Läckage kring Purusbrunnen, ca 1/3 av monteringsplattans omkrets, bredd

## 8.16 Tätskiktssystem nr 16

### 8.16.1 Montering

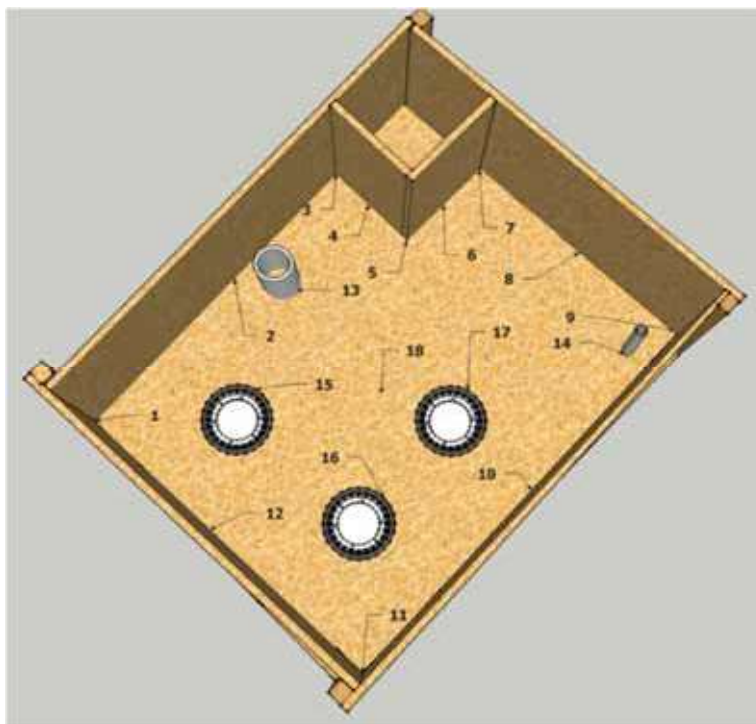
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.16.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden, i slutet av tiden noterades ett mindre vattenläckage på undersidan av lådan kring det stora avloppsröret, DN110.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 19. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 17. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 13: Det fanns ett läckage runt hela röret, bredd 2–10 cm.



Bild 23. Punkt nr 13: Läckage kring det stora avloppsröret, DN110, bredd 2–10 cm.



Bild 24. Punkt nr 13: Delaminering hos rörmanschetten vid det stora avloppsröret, DN110

## 8.17 Tätskiktssystem nr 17

### 8.17.1 Montering

Detta är ett tätskiktssystem bestående av trådsvetsad PVC-beläggning/beklädning som är avsedd som tätskikt under keramiska plattor. Leverantören av detta system har medverkat genom att ställa produkter till förfogande. Representanter från tillverkaren har närvarat vid monteringen eller demontering av tätskiktet vid provningarnas avslutande.

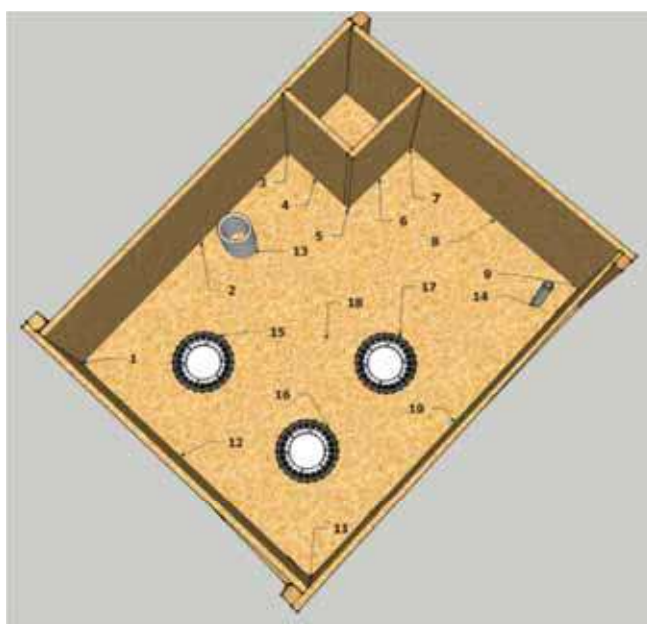
Tätskiktssystemet har monterats av ett golventreprenörsföretag under överseende av personal från RISE och tillverkaren. Golventreprenörsföretaget har både GVK- auktorisation och är Auktoriserat golvföretag.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.17.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Efter provningsmomentet som innehåller besprutning med omväxlade varmt ( $60 \pm 3$  °C) och kallt ( $10 \pm 3$  °C) vatten konstaterades efter 1500 cykler att en svets vid ytterhörnet har spruckit och att det har uppstått ett stort vattenläckage. För att kunna fortsätta provningen så tätades sprickan med en MS-polymer.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 20. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering                        | Läckage | Inga läckage |
|---------------|----------------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn                        |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel                 | X       |              |
| 3             | Innerhörn                        | X       |              |
| 4             | Golv-vägg vinkel                 | X       |              |
| 5             | Ytterhörn                        | X       |              |
| 6             | Golv-vägg vinkel                 | X       |              |
| 7             | Innerhörn                        | X       |              |
| 8             | Golv-vägg vinkel                 | X       |              |
| 9             | Innerhörn                        | X       |              |
| 10            | Golv-vägg vinkel                 | X       |              |
| 11            | Innerhörn                        |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel                 |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110          | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50           | X       |              |
| 15            | Vid Purusbrunn                   |         | X            |
| 16            | Vid Jafobrunn                    |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn                 | X       |              |
| 18            | Vid mittskarv                    | -       | -            |
| 19            | Skarv mellan golv- och väggmatta |         | X            |

Tabell 18. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 2+3+4+5+6+7+8+9+10+13+14: Ett större sammanhängande läckage som täcker mer än halva golvytan. En svets har spruckit vid ytterhörnet, sprickans längd uppskattas till ca 3 cm. Det är troligt att detta har orsakat hela skadan. Det är dock inte möjligt att helt utesluta andra läckageställen i detta området.

Punkt 17: Det var blött runt hela Blücherbrunnen. Läckaget var sammanhängande med läckaget ovan, men av utseendet på det blöta partiet att döma så kan detta vara ett separat läckage. Detta går dock inte med säkerhet att bestämma.

Punkt 19; Det är noterbart att i det tidigare projektet (1) noterades läckage i skarven mellan golv- och väggmatta. I detta projekt saknas denna typ av läckage.

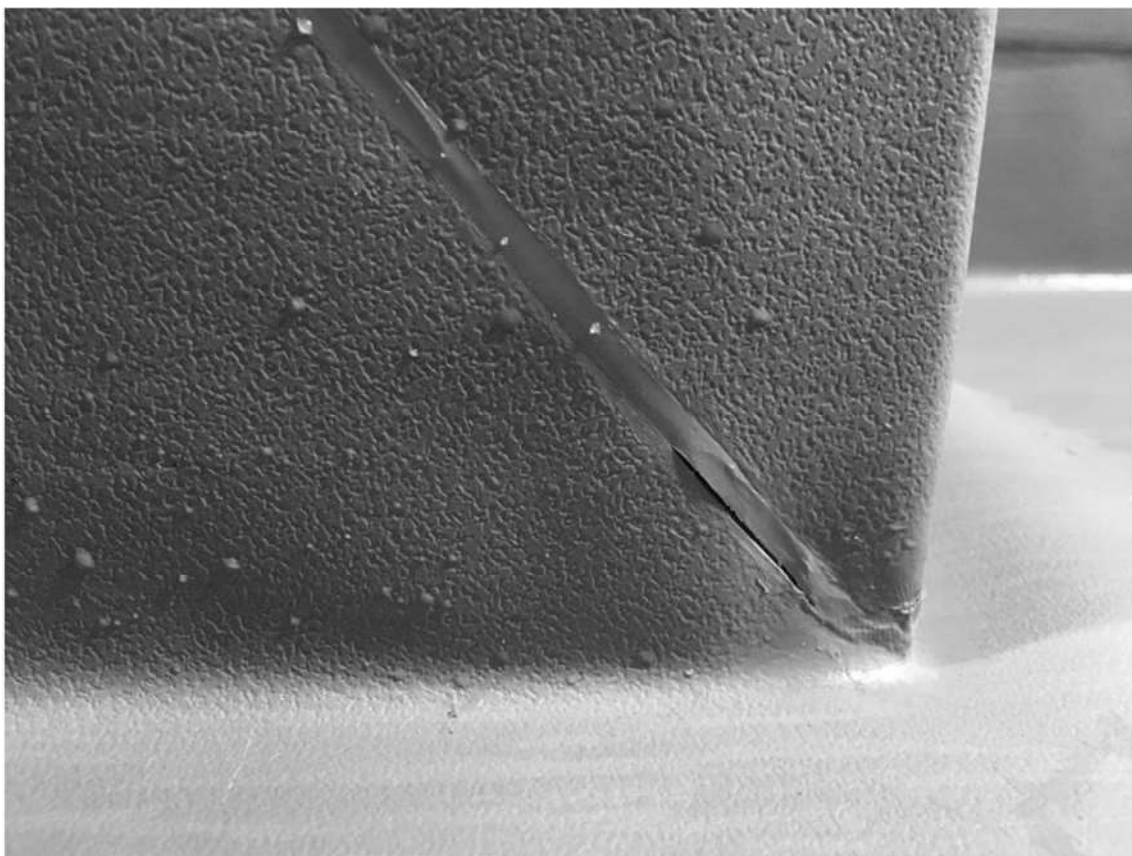


Bild 25. Spricka i svets vid ytterhörn, längd ca 3 cm.

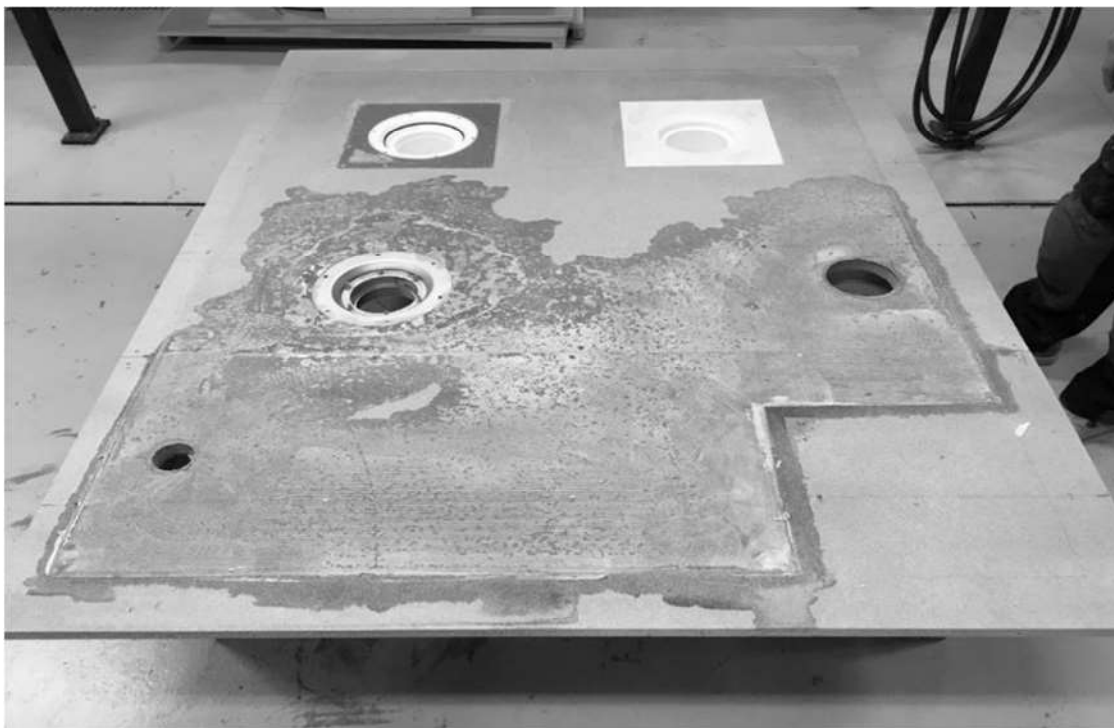


Bild 26. Ett större sammanhängande läckage

Punkt 2+3+4+5+6+7+8+9+10+13+14: Ett större sammanhängande läckage som täcker mer än halva golvytan. En svets har spruckit vid ytterhörnet, sprickans längd uppskattas till ca 3 cm. Det är troligt att detta har orsakat hela skadan. Det är dock inte möjligt att helt utesluta andra läckageställen i detta området.

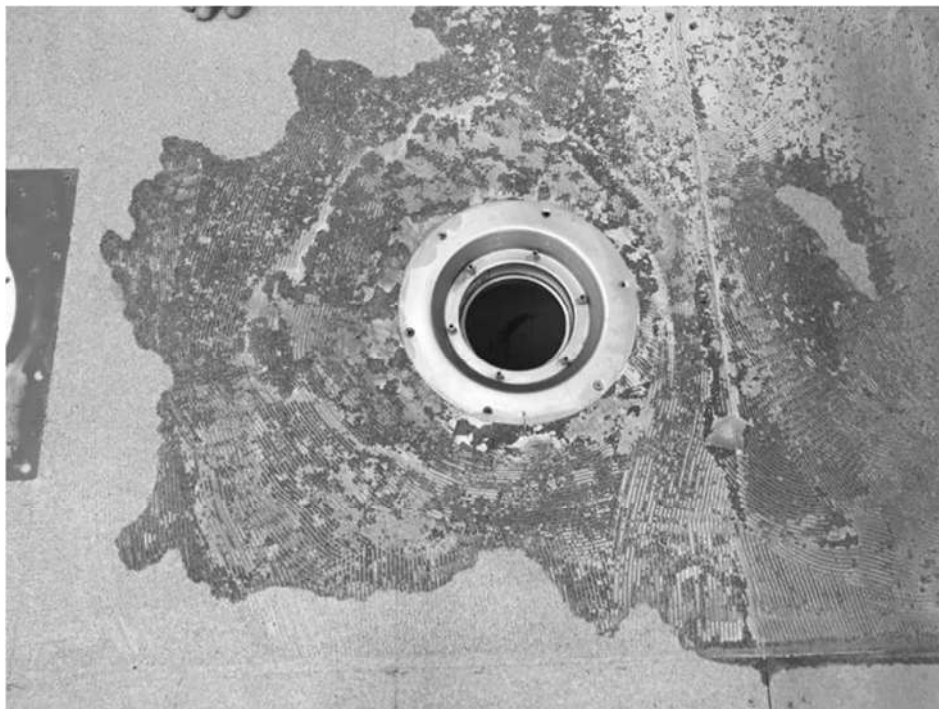


Bild 27. Blött runt hela Blücherbrunnen

Punkt 17: Det var blött runt hela Blücherbrunnen. Läckaget var sammanhängande med läckaget ovan, men av utseendet på det blöta partiet att döma så kan detta vara ett separat läckage. Detta går dock inte med säkerhet att bestämma.

## 8.18 Tätskiktssystem nr 18

### 8.18.1 Montering

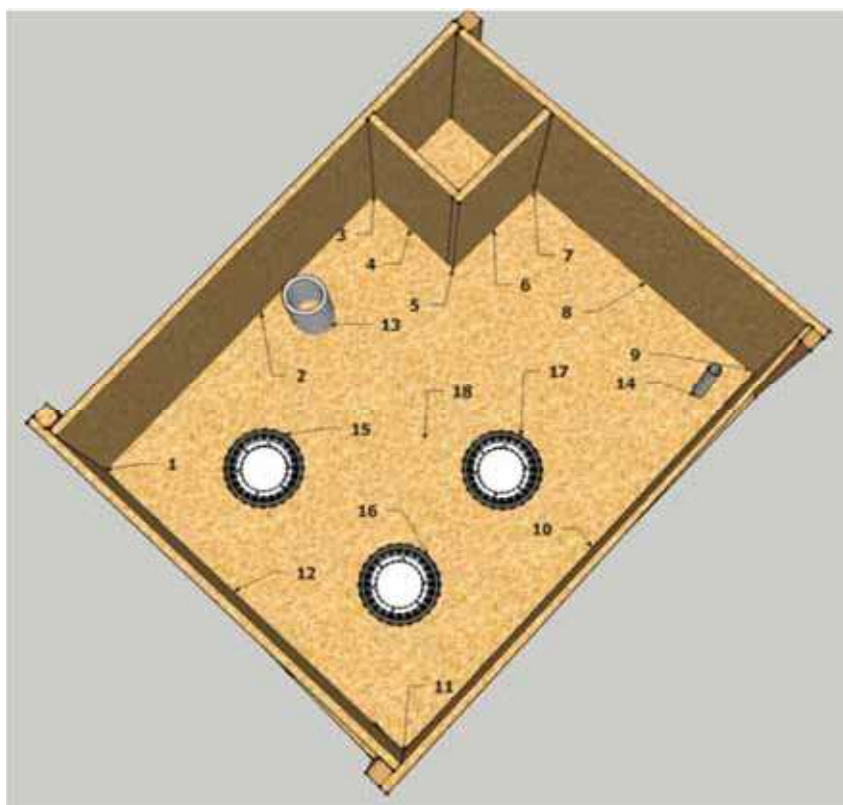
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.18.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga läckage kunde då upptäckas.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spån-skivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 21. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 |         | X            |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 19. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 15. Det fanns ett litet område, storlek ca 3 x 8 cm, med läckage i spånskivan utanför monteringsplattan för Purusbrunnen. Vid läckagestället fanns det en förhöjd fukthalt och en uppsvälld spånskiva. Detta tyder på att läckaget har uppstått under temperaturcyklarna och sedan upphört under de avslutande 7 dygna med 10 cm vatten.



Bild 28. Punkt 15: Läckage kring Purusbrunnen

## 8.19 Tätskiktssystem nr 19

### 8.19.1 Montering

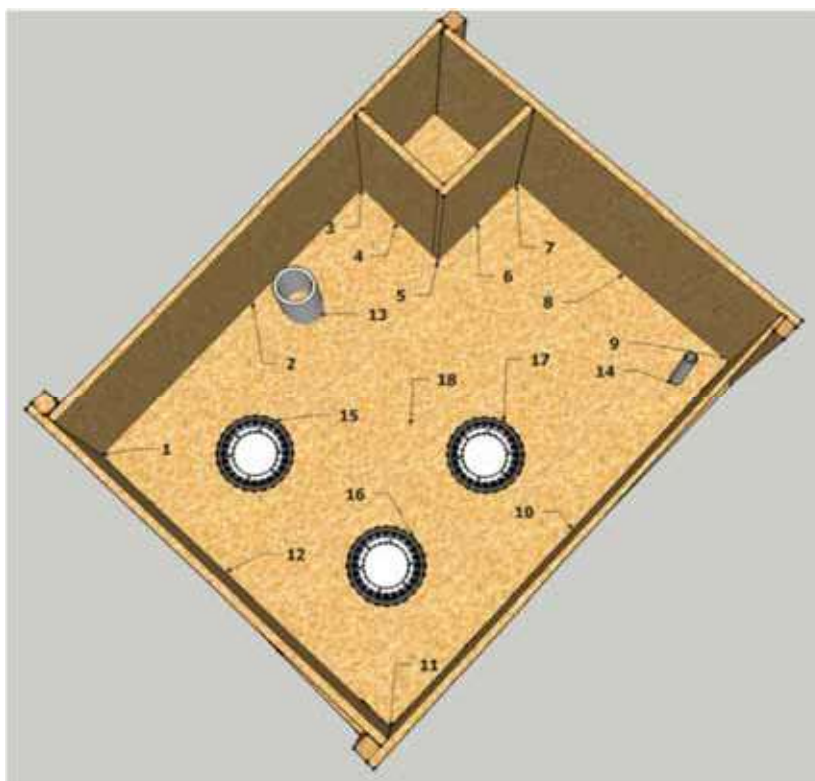
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Tätskiktet har monterats av personal från RISE under närvaro av representanter från tillverkaren.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

### 8.19.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Redan vid första provningsmomentet, då provlådan fylldes med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 24 h, konstaterades ett vattenläckage vid det stora avloppsröret DN110.

Efter färdig provning skruvades provlådan isär och hela tätskiktet demonterades så att golv och väggar kunde inspekteras, speciellt studerades områdena kring respektive golvbrunn såsom väggen bakom golvbrunnarna, golvbrunnarnas anslutning mot spånskivor samt hörnanslutningar och golv-väggvinklar. Följande iakttagelser gjordes, både visuellt och med hjälp av fuktkvotsmätare.



Figur 22. Kontrollpunkternas placering

| Kontrollpunkt | Placering               | Läckage | Inga läckage |
|---------------|-------------------------|---------|--------------|
| 1             | Innerhörn               |         | X            |
| 2             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 3             | Innerhörn               |         | X            |
| 4             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 5             | Ytterhörn               |         | X            |
| 6             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 7             | Innerhörn               |         | X            |
| 8             | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 9             | Innerhörn               |         | X            |
| 10            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 11            | Innerhörn               |         | X            |
| 12            | Golv-vägg vinkel        |         | X            |
| 13            | Stort avloppsrör, DN110 | X       |              |
| 14            | Litet avloppsrör, DN50  |         | X            |
| 15            | Vid Purusbrunn          | X       |              |
| 16            | Vid Jafobrunn           |         | X            |
| 17            | Vid Blücherbrunn        |         | X            |
| 18            | Vid mittskarv           |         | X            |

Tabell 20. Resultat vid de olika kontrollpunkterna

Punkt 13: Det var blött runt hela det stora avloppsröret DN110, bredd ca 10–20 cm.

Punkt 15: Det fanns två blöta områden kring kanten av monteringsplattan. Det större av dem var sammanhängande med läckaget från avloppsröret ovan, storlek ca 5 x 25 cm. Det mindre läckaget var fristående och med storleken ca 5 x 20 cm.

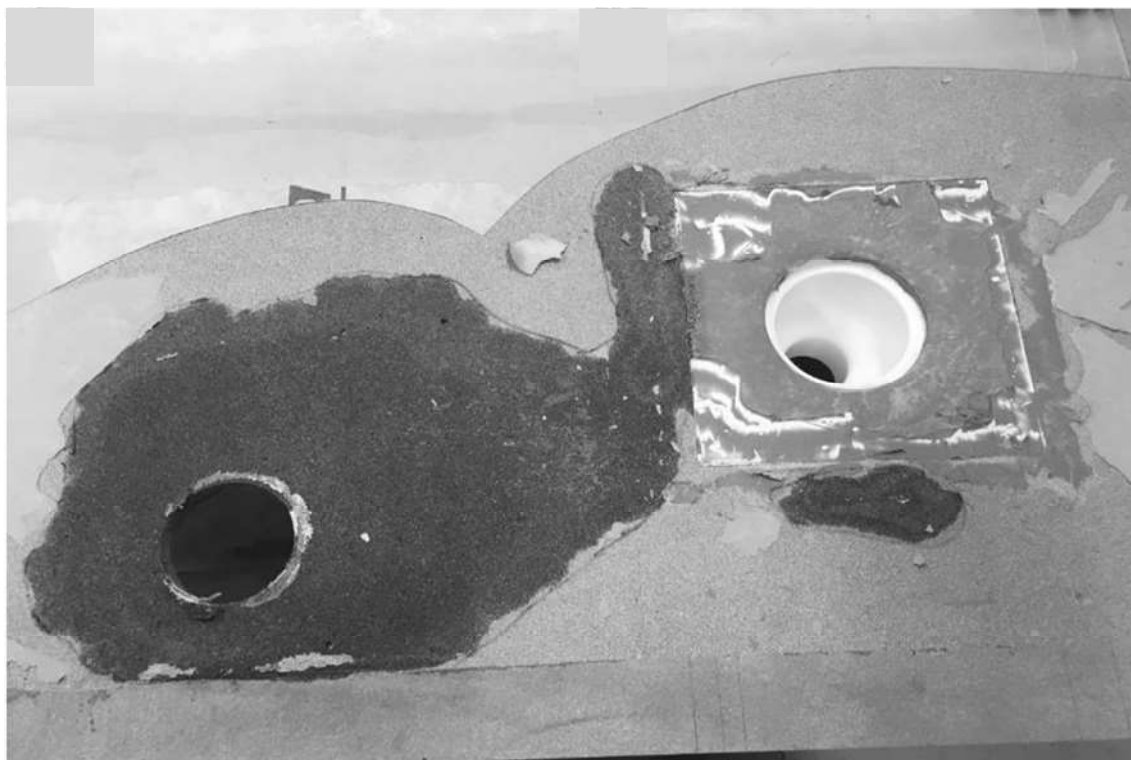


Bild 29. Punkt 13 och 15: Stort läckage vid stora avloppsröret, DN110, samt läckage längs två sidor av Purusbrunnens monteringsplatta.

## 9 Slutsats och diskussion

### 9.1 Funktionsprovning

#### **Resultatet är sämre än tidigare.**

Sex av nitton undersökta tätskiktssystem har klarat funktionsprovningen utan läckage. Det är sämre än vid den förra undersökningen (1) då åtta av tjugo undersökta tätskiktssystem klarade funktionsprovningen utan läckage. Det har således skett en viss försämring. Flera av de undersökta tätskiktssystemen har små eller inga säkerhetsmarginaler.

Resultatet är dock bättre än vid undersökningen 2014 (2) då bara tre av tjugo klarade sig.

#### **Sammantaget har resultatet blivit:**

Sex (32 %) av de nitton undersökta tätskiktssystem klarade funktionsprovningen utan läckage. Tretton (68 %) undersökningar har resulterat i läckage.

Av dessa läckage är flera lokaliserade till genomföringar av stort och litet avloppsrör. Detta är en ökning jämfört med tidigare undersökningar. Vi har vid undersökningar vid ett flertal tillfällen sett att rörmanschetterna har haft undermålig kvalitet. Detta har yttrat sig genom att det polymera materialet som skall täta runt röret under provningens gång har tappat sin tätande förmåga. Det är troligt att materialet har fått en kvarstående deformation (sättning) som gör att materialet har mist sin förmåga att täta runt röret. Vi har också noterat att rörmanschetter har delaminerat det vill säga att skikten i manschetten under provningen har delats i sina beståndsdelar.

Vi har för några av de provade tätskiktssystemen noterat att golvbrunnsmanschetten lätt går sönder vid montage i en av brunnstyperna. Vi ser allvarligt på detta problem, då det med stor sannolikhet har lett till läckage. Motsvarande problem har inte noterats vid någon av de tidigare funktionsprovningarna (1) (2) (3), varför en teori är att problemet uppkommit som följd av att tillverkarna har gjort ändring av material och/eller utformning hos manschetterna. En annan möjlig orsak kan också vara skiftande kvalitet i manschetten mellan olika leveranser från samma tillverkare.

Läckage har också förekommit vid anslutningar till golvbrunnar, innerhörn, ytterhörn och vid skavar. Dessbättre uppvisade inget av de undersökta tätskiktssystemen läckage som var så omfattande att man kan tala om en totalskada.

Hos sju tätskiktssystem av de tretton upptäckta läckagen upptäcktes först efter det att tätskiktet hade demonterats. Detta gör att om man vid inspektion endast hade nöjt sig med att inspektera utsidan av provlådan hade endast läckagen hos sex tätskiktssystem upptäckts.

Vi ser detta som ett allvarligt problem då det i den ursprungliga provningsmetoden (11) saknas krav på demontering av provuppställningen och borttagning av tätskiktet för inspektion av eventuella läckage. I provningsmetoden (11) står det att tätskiktet "företrädesvis" skall tas bort vid inspektion efter eventuella läckage. Vid vissa provningsinstitut i Europa görs tolkningen att tätskiktet inte skall tas bort vid den avslutande in-

spektionen. Dessa provningar har sedan legat till grund för olika godkännanden och CE-märkning.

Det är vår uppfattning att delar av branschen omedelbart måste införa kvalitetshöjande åtgärder för att säkerställa vattentäthet hos tätskiktssystemen. Kvaliteten hos alla i systemen ingående komponenter måste säkerställas. Det är uppenbart att den egenkontroll som skall utföras i samband med CE-märkningen inte fångar upp de kvalitetsbrister som vi i detta projekt har funnit hos de undersökta tätskiktssystemen. Vårt förslag är det snarast inrättas ett system för årlig kvalitetskontroll av tätskiktssystem.

### Sammanställning av resultaten från funktionsprovningarna

| Tätskikts-konstruktion nr | Typ av lim för detaljer och skarvning                                | Resultat     | Resultat detaljerat. Läckage vid:                                                                 | Läckage synligt på utsidan av provboxen |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1                         | 2-komp. lim                                                          | Läckage      | Blücherbrunn                                                                                      | Nej                                     |
| 2                         | 2-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 3                         | 1-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 4                         | 2-komp. lim                                                          | Läckage      | Innerhorn<br>Stort avloppsrör                                                                     | Nej                                     |
| 5                         | 1-komp.                                                              | Läckage      | Stort avloppsrör<br>Litet avloppsrör                                                              | Ja                                      |
| 6                         | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Stort avloppsrör<br>Purusbrunn                                                                    | Ja                                      |
| 7                         | 1-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 8                         | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Purusbrunn<br>Jafobrunn<br>Blücherbrunn<br>Vid mittskarv                                          | Ja                                      |
| 9                         | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Stort avloppsrör<br>Purusbrunn                       | Ja                                      |
| 10                        | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Stort avloppsrör<br>Litet avloppsrör<br>Blücherbrunn                           | Nej                                     |
| 11                        | 1-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 12                        | 2-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 13                        | 2-komp. lim                                                          | Läckage      | Stort avloppsrör<br>Litet avloppsrör                                                              | Nej                                     |
| 14                        | 1-komp. lim                                                          | Inga läckage | -                                                                                                 | -                                       |
| 15                        | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Litet avloppsrör<br>Purusbrunn                                                                    | Nej                                     |
| 16                        | 2-komp. lim                                                          | Läckage      | Stort avloppsrör                                                                                  | Ja                                      |
| 17                        | Torkande lim                                                         | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Stort avloppsrör<br>Litet avloppsrör<br>Blücherbrunn | Nej                                     |
| 18                        | 1-komp. lim för<br>brunnsmanschett. Öv-<br>riga detaljer 2-komp. lim | Läckage      | Purusbrunn                                                                                        | Nej                                     |
| 19                        | 1-komp. lim                                                          | Läckage      | Stort avloppsrör<br>Purusbrunn                                                                    | Ja                                      |

Tabell 21. Sammanställning av resultaten från funktionsprovningarna

Det bör särskilt beaktas att vid angivande av läckage vid golvbrunnar görs ingen skillnad på om läckage är i klämring eller om läckage är vid brunnsmanshettens ytterkant.

### Sammanställningen med information om typ av lim för montering tätningsdetaljer och skarvning.

| Limtyp för montering tätningsdetaljer och skarvning. | Antal system                    |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1-komp. lim                                          | 11+<br>1 endast brunnsmanschett |
| 2-komp lim                                           | 6+<br>1 ej för brunnsmanschett  |
| Torkande lim                                         | 1                               |

Tabell 22. Typ av lim för montering av tätningsdetaljer och skarvning.

| Limtyp för montering tätningsdetaljer och skarvning. | Antal system som hade resultatet "Inga läckage" |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1-komp. lim                                          | 4                                               |
| 2-komp lim                                           | 2                                               |

Tabell 23. Typ av lim för montering av tätningsdetaljer och skarvning. Med resultatet "Inga läckage"

### Summering av resultaten från funktionsprovningarna

| Summering                                                                 | Resultat          |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Inga läckage                                                              | 6 stycken (32 %)  |
| Läckage                                                                   | 13 stycken (68 %) |
| <b>Antal läckage som har noterats hos tätskiktsskonstruktionerna vid:</b> |                   |
| Golv-väggvinkel                                                           | 3                 |
| Innerhorn                                                                 | 3                 |
| Ytterhorn                                                                 | 1                 |
| Stort avloppsrör                                                          | 8                 |
| Litet avloppsrör                                                          | 5                 |
| Purusbrunn                                                                | 5                 |
| Jafobrunn                                                                 | 1                 |
| Blücherbrunn                                                              | 4                 |
| Mittskarv                                                                 | 1                 |
| Totalskada                                                                | 0                 |

Tabell 24. Summering av resultaten från funktionsprovningarna

Det bör särskilt beaktas att vid angivande av läckage vid golvbrunnar görs ingen skillnad på om läckage är i klämring eller om läckage är vid brunnsmanshettens ytterkant.

## 9.2 Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt

Vattenånggenomgångsmotstånd som är ett mått på ett skikts förmåga att hindra vattenånga att transporteras genom skiktet har bestämts på alla folier som har ingått i undersökningen.

Tretton folier visar ett resultat mellan 2,5 och 4,5 miljoner s/m, vilket är ett högt eller mycket högt vattenånggenomgångsmotstånd. Undantagen är folie nummer 5, 8, 10, 13, 17 och 19 som alla har ett resultat under 2,5 miljoner s/m.

Vid bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt kan vi tydligt se att vissa tillverkare gjort förändringar i eller bytt ut sin tätskiktsfolie mot en ny, jämfört med förra undersökningen (1).

Vi noterar vidare att 10 av 14 tätskiktsfolier har ett lägre vattenånggenomgångsmotstånd än vid förra undersökningen (1). Noterbart är också att PVC-tätskiktet har ett lågt vattenånggenomgångsmotstånd.

Vi noterar att 8 av 14 tätskiktsfolier har lägre ytvikt än vid förra undersökningen (1).

Vi ser med oro på trenden att tillverkarna vill göra folier som är tunnare.

Det är vår uppfattning att ett ånggenomgångsmotstånd hos ett tätskikt som skall användas bakom keramisk beläggning/beklädnad, i områden vars ytor utsätts för upprepade spolning, bör överstiga ca 2,5 miljoner s/m. Detta är speciellt viktigt om konstruktionen innehåller plastfolie som luft- och ångspärr samt att tätskiktet är applicerat på ett fuktkänsligt underlag så som tex. fuktkänsliga kartongbeklädd gipsskiva.

Fuktberäkningar som utförs vid en fuktsäkerhetsprojektering av normal yttervägg hos t ex en villa ger ofta ett behov av vattenånggenomgångsmotstånd som överstiger 2,5 miljoner s/m om inte fuktskador genom diffusion genom tätskiktet skall ske. Om ett tätskikt med för lågt vattenånggenomgångsmotstånd används finns en betydande risk för mögel och besvärande lukt ifrån fuktkänsliga material. På längre sikt finns också risk för röta med påföljande problem med hållfasthet.

Det skall dock sägas att om en våtrumsvägg, ytter- eller innervägg, byggs upp av fukttåliga material som t ex betong så kommer behovet av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktet att vara betydligt lägre. Det kan vara tillräckligt med ett vattenånggenomgångsmotstånd på 100 000 s/m.

Det är mycket stor skillnad i behov av vattenånggenomgångsmotstånd i olika typer av konstruktioner. Detta beror på de ingående materialens olika kritiska fukttillstånd, det vill säga i vilken fuktmiljö materialen kan användas utan att mikrobiell tillväxt sker. Det är därför mycket viktigt att en fuktberäkning utförs.

Utförligare beskrivning och resultat från bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt finns i bilaga 2.

## 9.3 FTIR och DSC-analys

### 9.3.1 Sammanfattning av FTIR-analys

Fourier Transform Infrarödspektroskopi (FTIR) analys utfördes för att identifiera vilken polymer som hade använts i de olika folierna.

FTIR Spektroskopi innebär att man belyser ett material med ljus i det infraröda våglängdsområdet ( $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ ). Vissa kemiska bindningar växelverkar och absorberar det infraröda ljuset. Detta innebär att ljus av vissa våglängder inte når detektorn och man får ett specifikt spektrum för sitt material som kan liknas vid ett fingeravtryck. Spektra kan jämföras med referensspektra i databaser och man kan på så sätt bestämma ett okänt material.

Folien i material nummer 18 bestod tidigare av polypropen men är numera ett polyetenmaterial. Material nummer 17 bestod av en PVC (polyvinylklorid) folie utan fleece på ytan.

För alla analyserade material gäller att om man vill göra en rimlig bedömning av materialens livslängd bör man göra en accelererad åldringsstudie.

Utförligare beskrivning och resultat från FTIR-analyserna finns i bilaga 3.

### 9.3.2 Sammanfattning DSC-analys

DSC-analys är en så kallad termisk analys där man mäter hur ett material förändras som funktion av temperatur. Ett prov värms med en bestämd hastighet eller hålls konstant vid en bestämd temperatur och energi som avges eller tas upp av provet mäts i förhållande till en tom provkopp. DSC-analys kan användas för att bestämma smältpunkt, grad av kristallinitet i ett prov eller indirekt mängden antioxidanter. Generellt kan man säga att ju högre oxidationstemperatur materialet har desto bättre stabiliserat är det för långtidsanvändning.

Jämfört med den föregående undersökningen ligger oxidationstemperaturen för de flesta materialen i nivå med tidigare studie från 2016. Vissa variationer förekommer.

| Folie nr. | Oxidationstemperatur 2019 (°C) | Oxidationstemperatur 2016 (°C) |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1         | 219                            | 220                            |
| 2         | 206                            | 207                            |
| 3         | 224                            | 207                            |
| 9         | 213                            | 224                            |
| 11        | 213                            | 202                            |
| 14        | 220                            | 222                            |

Tabell 25. Exempel på resultat ifrån DSC-analys.

Utförligare beskrivning och resultat från DSC-analyserna finns i bilaga 3.

## 10 Statistik över resultat från denna och tidigare utförda undersökningar

### Sammanställning av resultat från funktionsprovningarna 2010–2019

Nedan finns en sammanställning av resultat från ett stort antal funktionsprovningar av tätskiktssystem, alla utförda inom ramen av forskningsprojekteten som är utförda under perioden 2010 till 2019. Denna sammanställning av resultat "haltar" betänkligt då undersökningarna spänner över en lång tidsperiod, 9 år. Detta gör att tätskiktssystemkonstruktionerna över tid har förändrats kraftigt. Konstruktionerna har förändrats så kraftigt att man tala om olika generationer. Förändringarna har skett på foliematerialen, tätningsdetaljer och de limmer som användas för att montera folierna till underlaget och till att limma skavar mellan folievåder samt limning av tätningsdetaljer.

| Konstruktion nr | 2019         |                                                                                    | 2016 (1)     |                                                           | 2014 (2) |                                                                             | 2010 (3) |                                                                  |
|-----------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|
|                 | Resultat     | Resultat detaljerat.<br>Läckage vid:                                               | Resultat     | Resultat detaljerat.<br>Läckage vid:                      | Resultat | Resultat detaljerat.<br>Läckage vid:                                        | Resultat | Resultat detaljerat.<br>Läckage vid:                             |
| 1               | Läckage      | Blücherbrunn                                                                       | Läckage      | Innerhorn<br>Golv-<br>väggvinkel<br>Litet avlopps-<br>rör | Läckage  | Innerhorn<br>Stort avlopps-<br>rör<br>Litet avlopps-<br>rör<br>Blücherbrunn | -        | -                                                                |
| 2               | Inga läckage |                                                                                    | Inga läckage |                                                           | Läckage  | Ytterhorn                                                                   | Läckage  | Golv-<br>väggvinkel<br>Purusbrunn<br>Jafobrunnen<br>Blücherbrunn |
| 3               | Inga läckage |                                                                                    | Läckage      | Totalskada                                                | Läckage  | Totalskada                                                                  | -        | -                                                                |
| 4               | Läckage      | Innerhorn<br>Stort avlopps-<br>rör                                                 | Inga läckage |                                                           | Läckage  | Golv-<br>väggvinkel<br>Purusbrunn<br>Mittskarv                              | -        | -                                                                |
| 5               | Läckage      | Stort avlopps-<br>rör<br>Litet avlopps-<br>rör                                     | Inga läckage |                                                           | -        | -                                                                           | -        | -                                                                |
| 6               | Läckage      | Stort avlopps-<br>rör<br>Purusbrunn                                                | Läckage      | Stort avlopps-<br>rör<br>Purusbrunn                       | -        | -                                                                           | -        | -                                                                |
| 7               | Inga läckage |                                                                                    | -            | -                                                         | -        | -                                                                           | -        | -                                                                |
| 8               | Läckage      | Purusbrunn<br>Jafobrunn<br>Blücherbrunn<br>Mittskarv                               | -            | -                                                         | -        | -                                                                           | -        | -                                                                |
| 9               | Läckage      | Golv-<br>väggvinkel<br>Innerhorn<br>Läckage<br>Stort avlopps-<br>rör<br>Purusbrunn | Inga läckage |                                                           | Läckage  | Totalskada                                                                  | -        | -                                                                |

| Konstruktion nr        | 2019         |                                                                                                     | 2016 (1)     |                                                                                                                                | 2014 (2)     |                                                                                      | 2010 (3) |                                                              |
|------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------|
| 10                     | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör<br>Blücherbrunn                           | -            | -                                                                                                                              | -            | -                                                                                    | -        | -                                                            |
| 11                     | Inga läckage |                                                                                                     | Inga läckage |                                                                                                                                | Inga läckage |                                                                                      | Läckage  | Golv-väggvinkel<br>Purusbrunn<br>Jafobrunnen<br>Blücherbrunn |
| 12                     | Inga läckage |                                                                                                     | Läckage      | Stort avlopps-rör                                                                                                              | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn                                                         | Läckage  | Litet avlopps-rör                                            |
| 13                     | Läckage      | Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör                                                              | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör<br>Purusbrunn<br>Jafobrunn<br>Blücherbrunn              | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör                       | -        | -                                                            |
| 14                     | Inga läckage |                                                                                                     | Inga läckage |                                                                                                                                | Läckage      | Totalskada                                                                           | -        | -                                                            |
| 15                     | Läckage      | Litet avlopps-rör<br>Purusbrunn                                                                     | Inga läckage |                                                                                                                                | Läckage      | Totalskada                                                                           | -        | -                                                            |
| 16                     | Läckage      | Stora avlopps-röret                                                                                 | Läckage      | Ytterhorn                                                                                                                      | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn                                                         | -        | -                                                            |
| 17                     | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör<br>Blücherbrunn | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör<br>Blücherbrunn                                         | -            | -                                                                                    | -        | -                                                            |
| 18                     | Läckage      | Purusbrunn                                                                                          | Läckage      | Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör                                                                            | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Stort avlopps-rör                                                 | Läckage  | Golv-väggvinkel<br>Mittskarv                                 |
| 19                     | Läckage      | Stort avlopps-rör<br>Purusbrunn                                                                     | -            | -                                                                                                                              | -            | -                                                                                    | -        | -                                                            |
| 5<br>2016<br>7<br>2014 | -            | -                                                                                                   | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Stort avlopps-rör<br>Litet avlopps-rör<br>Purusbrunn<br>Blücherbrunn<br>Mittskarv | Läckage      | Golv-väggvinkel<br>Innerhorn<br>Ytterhorn<br>Purusbrunn<br>Jafobrunn<br>Blücherbrunn | -        | -                                                            |

| Konstruktion nr          | 2019 |   | 2016 (1)        |                                                              | 2014 (2)        |                                    | 2010 (3) |                                                  |
|--------------------------|------|---|-----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------|--------------------------------------------------|
| 10<br>2016               | -    | - | Läckage         | Golv-<br>väggvinkel<br>Stort avlopps-<br>rör<br>Blücherbrunn | -               | -                                  | -        | -                                                |
| 11<br>2016<br>10<br>2014 | -    | - | Läckage         | Mittskarven                                                  | Inga<br>läckage |                                    | -        | -                                                |
| 12<br>2016               | -    | - | Inga<br>läckage |                                                              | Inga<br>läckage |                                    | -        | -                                                |
| 17<br>2016               | -    | - | Läckage         | Innerhorn<br>Jafobrunn                                       | Läckage         | Totalskada                         | -        | -                                                |
| 13<br>2014               | -    | - | -               | -                                                            | Läckage         | Purusbrunn                         | -        | -                                                |
| 5<br>2014                | -    | - | -               | -                                                            | Läckage         | Golv-<br>väggvinkel<br>Innerhorn   | -        | -                                                |
| 6<br>2014                | -    | - | -               | -                                                            | Läckage         | Totalskada                         | -        | -                                                |
| 19<br>2014               | -    | - | -               | -                                                            | Läckage         | Innerhorn<br>Stort avlopps-<br>rör | -        | -                                                |
| B<br>2010                | -    | - | -               | -                                                            | -               | -                                  | Läckage  | Stort avlopps-<br>rör<br>Purusbrunn<br>Jafobrunn |

Tabell 26. Sammanställning av resultat från funktionsprovningarna 2010–2019

|                                                                     | 2019              | 2016 (1)          | 2014 (2)          | 2010 (3)          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Summering                                                           | Resultat          | Resultat          | Resultat          | Resultat          |
| Inga läckage                                                        | 6 stycken (32 %)  | 8 stycken (40 %)  | 3 stycken (15 %)  | 0 stycken (0 %)   |
| Läckage                                                             | 13 stycken (68 %) | 12 stycken (60 %) | 17 stycken (85 %) | 5 stycken (100 %) |
| Antal läckage som har noterats hos tätskiktetskonstruktionerna vid: |                   |                   |                   |                   |
| Golv-<br>väggvinkel                                                 | 3                 | 5                 | 7                 | 3                 |
| Innerhorn                                                           | 3                 | 3                 | 6                 | 0                 |
| Ytterhorn                                                           | 1                 | 5                 | 3                 | 0                 |
| Stort avlopps-<br>rör                                               | 8                 | 7                 | 4                 | 0                 |
| Litet avlopps-<br>rör                                               | 5                 | 5                 | 1                 | 1                 |
| Purusbrunn                                                          | 5                 | 3                 | 3                 | 3                 |
| Jafobrunn                                                           | 1                 | 2                 | 1                 | 3                 |
| Blücherbrunn                                                        | 4                 | 4                 | 2                 | 3                 |
| Mittskarv                                                           | 1                 | 2                 | 1                 | 1                 |
| Totalskada                                                          | 0                 | 1                 | 6                 | 0                 |

Tabell 27. Summering av resultat från funktionsprovningarna 2010–2019. Dominerande läckage är rödmarkerat.

Det bör särskilt beaktas att vid angivande av läckage vid golvbrunnar görs ingen skillnad på om läckage är i klämring eller om läckage är vid brunnsmanshettens ytterkant.

Trots att sammanställning av resultat ovan ”haltar” betänkligt får man en ganska god uppfattning var i konstruktionerna problemen med läckage uppkommer.

Man kan se att i projekten 2019 (detta projekt) och 2016 (1) har det varit flest läckage vid rör genomföringar.

I projektet 2014 (2) var det dominerande läckaget vid golv-väggvinkel och vid innerhörn. I detta projekt fanns det också flera läckage som var så stora att man inte kunde avgöra var de kom ifrån dessa betecknades som varande totalskada.

I det första, mindre, projektet (3) var det dominerande läckage vid anslutning till golvbrunnar och golv-väggvinkel.

# 11 Litteraturförteckning

1. **Ulf Antonsson, Ingemar Samuelson, Bengt Nordling, Anna Jansson, Ingvar Demker.** *SP-Rapport 2016:60 Funktionsprovning av tätskiktsystem för våtutrymmen 2016.* Borås : SP, 2016.
2. **Antonsson, Ulf och Samuelson, Ingemar.** *SP Rapport 2014:45 Funktionsprovning av tätskiktsystem av folietyp för våtutrymmen.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2014.
3. **Jansson, Anders och Samuelsson, Ingemar.** *SP Rapport 2011:1 Tätskikt i våtrum -funktionsprovning av foliesystem.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2011.
4. **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.** *SP-metod 5111, utgåva 2, Vattentäthet runt genomföringar och andra detaljer i våtrumsgolv på flexibelt underlag.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2015.
5. **Boverket.** *Rapport 2018:36 Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn.* Karlskrona : Boverket, 2018.
6. **European Organisation for Technical Approvals.** *ETAG 022 Guideline for European technical approval of Watertight covering kits for wet room floors and or walls Part 2: Kits based on flexible sheets.* Bryssel : European Organisation for Technical Approvals, 2010.
7. **Boverket.** *Boverkets byggregler BBR .* Karlskrona : Boverket.
8. **Jansson, Anders.** *SP Rapport 2006:46 Tätskikt bakom kakel i ytterväggar.* Borås : SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, 2006.
9. **Byggkeramikrådet.** *BBV 10:1 Byggkeramikrådets branschregler för våtrum.* Stockholm : Byggkeramikrådet, 2010.
10. **Byggkeramikrådet.** *BBV 15:1 Byggkeramikrådets branschregler för våtrum.* Stockholm : Byggkeramikrådet, 2015.
11. **Jansson, Anders.** *SP Rapport 2012:23 Delreparation av tätskiktsfolier och plastmatta för keramiska våtrumskonstruktioner.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2012.
12. **European Organisation for Technical Approvals .** *ETAG 022 Guideline for European Technical approval of Watertight covering kits for wet room floors and or walls - Annex A water tightness around penetrations and other details in wet room floors with flexibel substrate.* Bryssel : European Organisation for Technical Approvals , 2005.
13. **Nordtest.** *NT Build 230 Bathroom Floors: Water tightness.* Espoo : Nordtest, 1995.
14. **Brandt, Erik.** *SBI Notat 83 Prøvningsmetoder vedrørende vægge og gulve, Bedømmelse af gulves vandtæthed efter lang tids brug i vådrum.* Hørsholm : Statens Byggeforskningsinstitut, 1979.

15. **SIS Swedish Standards Institute.** *SS-EN ISO 23997:2012 Golvmaterial – Halvhårda golv – Bestämning av ytvikt per area.* Stockholm : SIS Swedish Standards Institute, 2012.
16. **SIS Swedish standard institute.** *SS-EN ISO 12572 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggmaterial och byggprodukter - Bestämning av permeabilitet för vattenånga.* Stockholm : SIS Swedish standard institute, 2001.

# Bilaga 1

SP-metod 5111

2015-10-07

---

## Vattentäthet runt genomföringar och andra detaljer i våtrumsgolv på flexibelt underlag



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857 SE-501 15 Borås

---

Svensk översättning och anpassning till svensk byggpraxis

av

ETAG 022

Riktlinje för

EUROPEISKT TEKNISKT GODKÄNNANDE

av

Byggsatser för vattentäta våtrum golv och eller väggar

ANNEX A

VATTENTÄTHET RUNT GENOMFÖRINGAR OCH ANDRA DETALJER  
I VÅTRUMSGOLV PÅ FLEXIBELT UNDERLAG

Utgåva 2005-05-24

## Innehåll

|           |                                 |          |
|-----------|---------------------------------|----------|
| <b>1.</b> | <b>OMFATTNING .....</b>         | <b>4</b> |
| <b>2.</b> | <b>ANVÄNDNINGSSOMRÅDE .....</b> | <b>4</b> |
| <b>3.</b> | <b>REFERENSER .....</b>         | <b>4</b> |
| <b>4.</b> | <b>DEFINITIONER .....</b>       | <b>4</b> |
| <b>5.</b> | <b>PROVUPPSTÄLLNING .....</b>   | <b>4</b> |
| <b>6.</b> | <b>PROVNINGSMETOD .....</b>     | <b>7</b> |
| 6.1.      | PRINCIP .....                   | 7        |
| 6.2.      | UTRUSTNING .....                | 7        |
| 6.3.      | UTFÖRFARANDE .....              | 7        |
| 6.4.      | REDOVISNING AV RESULTATEN ..... | 9        |
| <b>7.</b> | <b>PROVNINGSRAPPORT .....</b>   | <b>9</b> |

## 1. Omfattning

Syftet med denna provningsmetod är att utvärdera förmågan hos normalt använda detaljer - såsom golvbrunnar, rör genomföringar och in- och utgående hörn - hos vattentäta golv eller golvbeläggningar när de utsätts för vatten och mekaniska påkänningar.

Provningsförfarandet är avsett att simulera de mekaniska belastningar och exponering för varmt och kallt vatten som kan förväntas under långvarig användning för att verifiera tillfredsställande prestanda.

## 2. Användningsområde

Metoden är tillämplig på alla golvmaterial som är avsedda för användning som vattentätt golv i våtutrymmen. Provningsmetoden är avsedd för golv med ett flexibelt substrat, dvs. plywood, spånskivor, gips, anhydrid och liknande material som är känsliga för vatten, men är inte begränsad till dem.

## 3. Referenser

ASTM E-72: Strength Test of Panels for Building Construction.

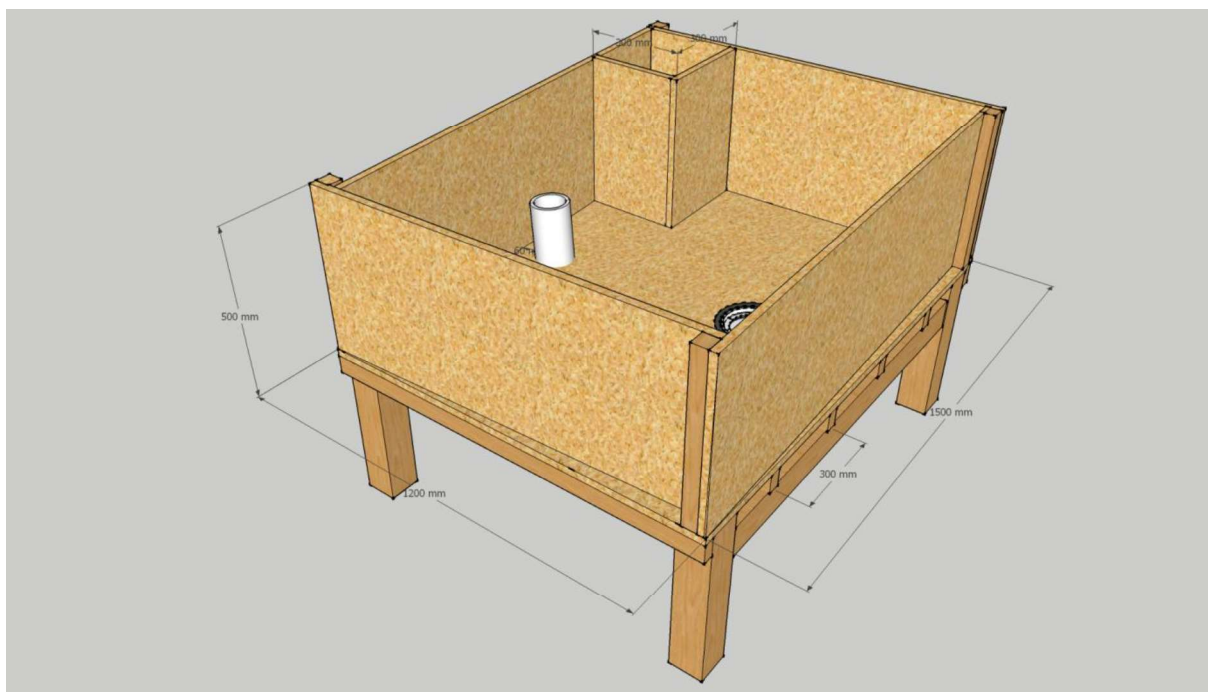
## 4. Definitioner

Vattentäthet i denna provning avser inträngning av vatten som verkar på ytan av golvet och angränsande väggar enligt de aktuella provningsförhållandena.

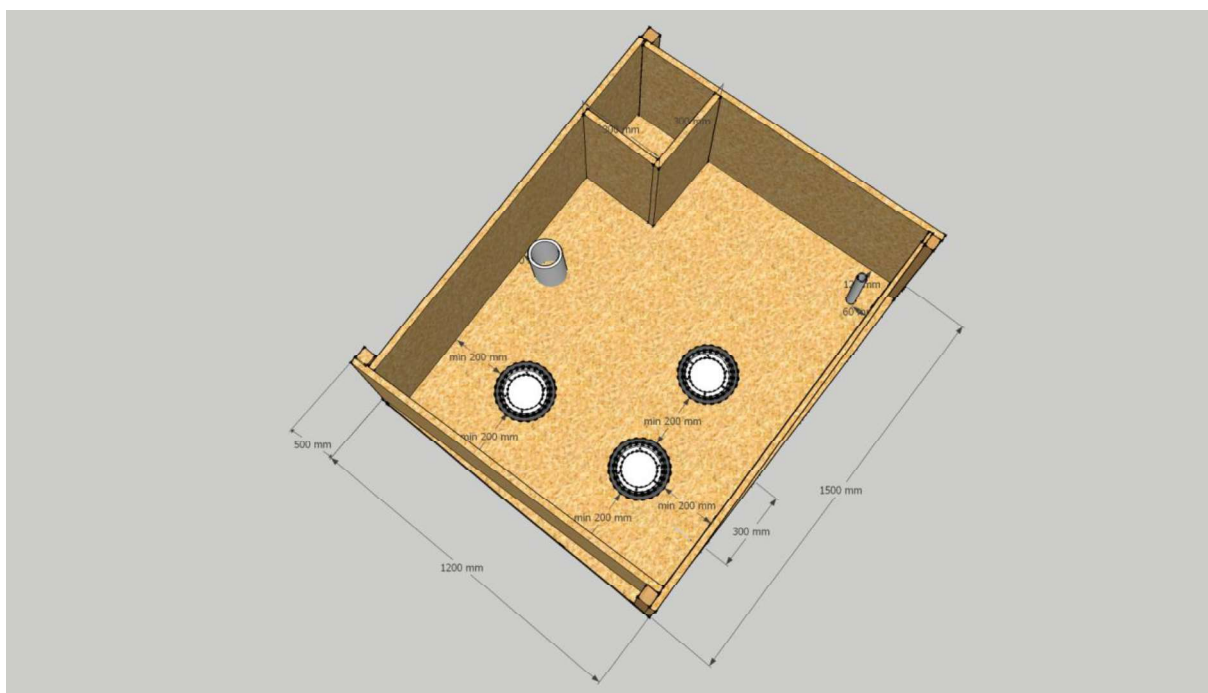
## 5. Provuppställning

Ett prov används för provningen. Provet är gjord som ett golv med angränsande väggar. Uppställningen skall ha dimensionerna ca 1 200 mm x 1 500 mm x 500 mm.

Provet skall byggas upp på ett regelverk som stödjer golvet och som skapar ett utrymme på cirka 0,5 m höjd under golvet. Detta regelverk kan till exempel byggas av virke som då simulerar ett undergolv av trä.



Figur 1. Vy från sidan



Figur 2. Vy från ovan. I figuren visas endast schematiskt typ av golvbrunn, för information om typ av golvbrunnar se text nedan.

Golvet och väggarna i provet skall tillverkas av 22 mm spånskiva eller 19 mm plywood som skruvas till träbjälklaget på varje 300 mm. Reglarna skall ha måtten 38 mm x 57 mm. Golvet skall bilda en rektangel med ungefärliga måtten 1 200 mm x 1 500 mm med ett inåtgående hörn på ca 300 mm x 300 mm i ett av hörnen och en skarv i mitten av golvspånskivan. Väggarna simuleras med 500 mm höga bitar av spånskiva. Väggarna skruvas ihop med reglarna i hörnen. Väggarna placeras längs omkretsen av golvytan. Väggarna stöds längs omkretsen av golvet och är fästa till golvet med skruvar.

Minst en golvbrunn av varje typ av golvbrunn skall användas: **Anpassning till svensk praxis.**

|                                                                                                                                                                                |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Golvbrunn av rostfritt stål med klämring för montering av tätskikt</p> <p>Blücher justerbar golvbrunn multi RSK nr. 712 01 75</p>                                           |    |
| <p>Golvbrunn av plast med skruvad klämring</p> <p>Jafo PB75 MP RSK nr. 711 31 39 som monteras tillsammans med monteringsplatta Jafoplattan 22 RSK nr. 713 38 28</p>            |   |
| <p>Golvbrunn av plast med fjäderbelastad klämring</p> <p>Purus Brage 75 PP RSK 711 39 30 som monteras tillsammans med monteringsplatta Purusplattan 2014 RSK nr. 713 36 96</p> |  |

Golvbrunnar ska vara monterade och fixerade i bjälklag med de fastsättningshjälpmedel som anges av golvbrunnstillverkaren. Golvbrunn ska vara monterad så att minsta avstånd mellan vägg eller annan golvbrunn och golvbrunnens yttre fläns är minst 200 mm. **Anpassning till svensk praxis.**

Vidare skall provuppställningen försees med minst två avloppsrör av polypropen med olika diameter, 50 och 110 mm. Dessa skall gå genom golvspånskivan. Fritt avstånd mellan avloppsrör och vägg ska vara 60 mm. **Anpassning till svensk praxis.**

Det vattentäta golvet ska skydda undergolv samt väggar. Det vattentäta skiktet skall noggrant appliceras, inklusive alla detaljer - t.ex. tätningar runt golvbrunnar och mellan golv och väggar (inklusive in-och utgående hörn) och rör genomföringar enligt leverantörens monteringsanvisningar

Det vattentäta skiktet på golvet kan i provningssyfte fortsätta minst 200 mm upp väggen - för att bilda en bassäng - och vara ansluten till det vattentäta skiktet hos väggen om detta är ett annat system. Om samma system används för golv och vägg så fortsätter den vattentäta beläggningen så att hela golvet och väggarna är täckta.

Vattentättningsmembran som normalt används med skyddande skikt, t.ex. keramiska plattor, provas utan detta skydd om inte något annat har överenskommit med godkännandeorgan, till exempel på grund till det skyddande skiktet är en integrerad del av det vattentäta systemet.

Torktid före provning ska vara enligt tillverkarens monteringsanvisning dock max 7 dygn. **Anpassning till svensk praxis.**

## 6. Provningssmetod

### 6.1. Princip

Vattentäthet hos alla detaljer, t ex genomföringar i golvet och in-och utgående hörn, provas genom att exponera golvet till en vattenpelare. Efteråt ska ytan exponeras för en serie av dynamiska laster och omväxlande influenser från varmt och kallt vatten. Slutligen ska golvet åter belastas med en vattenpelare

### 6.2. Utrustning

En sandsäck tillverkad av läder (enligt ASTM E-72). Sandsäcken ska ha en diameter av 250 mm och en vikt av 30 kg. Sanden skall placeras i en tygpåse, som ska knytas ordentligt och placeras inuti lädersäcken. Sanden som används skall vara torr sand från sandstrand med en maximal kornstorlek 4 mm, 30-60% passerar genom en sikt med en maskstorlek på 0,125 mm.

Besprutningen med vatten sker med användning av nio st. dysor som är placerade ca 300 mm över golvytan. Vattenbesprutningen skall vara jämnt fördelad och konformad med 60° vinkel. Flödet skall vara ca 0,05 l/s i varje dysa

*Anmärkning: Ett lämpligt munstycke är exempelvis framställt av Spraying Systems Inc., USA. Det är märkt ¼ G 10 (hona) eller ¼ GG 10 (hane).*

### 6.3. Utförfarande

#### 6.3.1

Golvbrunnarnas utlopp blockeras och provet (bassängen) fylls med tappvatten till en höjd av 100 mm över golvbrunnarna. Efter 24 timmars vattenbelastning kontrolleras visuellt och/eller med en fuktmätare om vatten har trängt igenom det vattentäta skiktet.

*Anmärkning: Vid bedömning av resultatet av provningen kan mätning av fukthalt i skivmaterialet som används. Fukthalten i skivmaterialet skall ungefär motsvara luftfuktigheten i det utrymmen provningen utförs. Endast smärre skillnader i fukthalt får förekomma.*

Provet lämnas att torka i minst 24 timmar.

### 6.3.2

Golvet utsätts för en dynamisk last, på fem olika ställen, genom att sandsäcken får falla tre gånger från en höjd av 0,45 m på samma plats. Ett skydd av t ex 18 mm plywood 200 x 200 mm med rundade kanter placeras på den plats där de dynamiska krafterna tillförs.

Minst en av platserna skall vara så nära kanten av respektive golvbrunn så att kanten på sandsäcken nuddar golvbrunnen.

### 6.3.3

Efter den mekaniska exponeringen fylls provet åter med vatten för att skapa en vattenpelare på 100 mm ovanför golvbrunnarna. Efter 24 timmars vattenbelastning kontrolleras återigen underifrån efter något tecken på vatteninträngning.

### 6.3.4

Om golvet fortfarande visar sig vara vattentätt, utförs exponering för växlande varmt och kallt vatten.

- 1) Varmt och kallt vatten besprutas, med flödet 0,3 l/s, växelvis på golvbrunnarna, vattnet leds till på kanten/flänsen av golvbrunnarna (vid fogen mellan golvbrunn och golvet). Vattnet kan successivt belasta en golvbrunn i taget eller till alla tre golvbrunnarnas samtidigt beroende på provningsutrustningen. Vattenbesprutningen sker enligt följande schema:
  - Varmt vatten ( $90\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) under 60 sekunder
  - Paus under 60 sekunder
  - Kallt vatten ( $10\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) under 60 sekunder
  - Paus under 60 sekunder

Vattentemperaturen mäts strax före utloppet.

Denna cykling upprepas 100 gånger

### 6.3.5

- 2) Besprutning sker från dysorna med växelvis med varmt och kallt vatten som omväxlande sprutas över detaljerna i golvkonstruktionen, t.ex. golvbrunnar, rör och hörn. Munstyckena är monterade minst 300 mm från golvet och/eller väggytor. Vattenbesprutningen sker enligt följande schema:
  - Varmt vatten ( $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) under 60 sekunder
  - Paus under 60 sekunder
  - Kallt vatten ( $10\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) under 60 sekunder
  - Paus under 60 sekunder

Vattentemperaturen mäts vid dysorna.

I golvbrunnarna monteras, för att simulera blockering golvbrunnar, utrustning som gör att vattennivån stiger 20 mm ovanför golvbrunnarna under varje besprutningsperiod.

Denna cykling upprepas 1500 gånger.

Efter denna exponering kontrolleras om provet för tecken på skador eller läckage.

Efter exponering med växelvis varmt och kallt vatten fylls provet åter med vatten för att skapa en vattenpelare på 100 mm ovanför golvbrunnarna. Efter 7 dygns vattenbelastning kontrolleras återigen underifrån efter något tecken på vatteninträngning.

Efter avslutad vattenbelastning demonteras provuppställning och tätskiktet tas bort. **Anpassning till svensk praxis.**

Visuell inspektion efter läckage synliga skador utförs.

Kompletterande mätning av fukthalt hos material/substrat eller kring detaljer som varit exponerade utförs med en fuktmätare.

## 6.4. Redovisning av resultaten

Som resultat av testet anges om produkten bedöms vara vattentät. Det får inte finnas tecken på vatteninträngning efter provningen vid visuell inspektion och eventuell mätning av fuktighalten runt känsliga detaljer.

## 7. Provningsrapport

Provningsrapporten ska innehålla följande uppgifter:

- a) Namn och adress till laboratoriet
- b) Identifiering av provningsrapporten
- c) Namn och adress på den organisation eller den person som beställde provningen
- d) Syftet med provningen
- e) Metod för provtagning och andra omständigheter (datum och ansvarig person för provtagning)
- f) Namn och adress till tillverkaren eller leverantören av det provade materialet eller systemet.
- g) Namn eller identifieringsmärken hos den provade produkten eller produkterna
- h) Beskrivning av provningsobjektet
- i) Datum för leverans av provningsobjektet
- j) Datum för provning
- k) Provningsmetod
- l) Konditionering av provkroppar och klimatuppgifter under provningen (temperatur, relativ fuktighet etc.)
- m) Identifiering av provningsutrustning och använda instrument
- n) Eventuella avvikelser från provningsmetoden
- o) Provningsresultat
- p) Felaktigheter eller osäkerhet av testresultaten
- q) Datum och signatur

## Bilaga 2

# Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt

## Bakgrund

### Bestämning av ånggenomgångsmotstånd

Ånggenomgångsmotståndet har bestämts enligt SS EN-ISO 12572 "Hydrothermal performance of building materials and products – Determination of water vapour transmission properties" (16). Denna standard beskriver fyra olika "klimat" för att prova ånggenomgången. Vid denna provning har inget av dessa klimat använts. Enligt Boverket skall ånggenomgångsmotståndet hos tätskikt som används i Sverige bestämmas med 100 % RF på ena sidan om tätskiktet och 75 % RF på den andra sidan.

Sex stycken rondeller av vardera tätskiktsfolien monterades i "koppar". I fem av dem fanns destillerat vatten. När "koppen" därefter förseglas skapas ett klimat med 100 % RF under provet. Den sjätte rondellen av vardera tätskiktsfolien monterades i en tom kopp. Denna kopp används sedan som en referens då man väger och bestämmer viktnedgången hos "kopparna". Med hjälp av denna viktnedgång, arean på provkropparna samt ångtrycket på båda sidor om proverna kan därefter tätskiktsfoliens ånggenomgångsmotstånd beräknas.

För att åstadkomma 75 % RF har kopparna placerats i ett akvarium med ca 5 cm mättad koksaltlösning på botten. En mättad lösning av koksalt, eller natriumklorid, skapar nämligen ett klimat med luftfuktigheten 75 % RF om det innesluts i ett tätt kärl.

Mätningarna har utförts i temperaturen 23 °C som är en standardprovningstemperatur för polymera material.

Ånggenomgången som noterats som resultat är ett medelvärde från de fem provbitar som bestämts.

### Bestämning av ytvikt

Bestämning av ytvikt är ett snabbt och enkelt sätt för att kontrollera en folie. Man gör helt enkelt en bestämning av hur mycket folien väger per ytenhet.

Ytvikten har bestämts enligt SS-EN ISO 23997 Golvmaterial - Halvhårda golv - Bestämning av vikt per area (15). Tio stycken rondeller med arean 10 000 mm<sup>2</sup> (diameter 112,8 mm) stansades ur respektive tätskiktsfolie. Urvalet gjordes med tanke på att innefatta hela foliens bredd. Dessa rondeller har därefter vägts, en och en. Ytvikten har beräknats som ett medelvärde för vikten på rondellerna, i gram, dividerat med arean på rondellen (0,01 m<sup>2</sup>).

## Resultat

### Bestämning av ånggenomgångsmotstånd

För att underlätta läsningen har prefixet M, mega =  $10^6$  använts i resultatredovisningen nedan

| Folie Nr | Ånggenomgång [Ms/m] | Trend förändring 2016–2019 | Utvidgad mätosäkerhet [Ms/m] | 2016 års provning Ånggenomgång [Ms/m] | 2014 års provning Ånggenomgång [Ms/m] |
|----------|---------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1        | 4,24                | ↓ -13%                     | 0,17                         | 4,87                                  | 4,38                                  |
| 2        | 3,74                | =                          | 0,24                         | 3,74                                  | 3,70                                  |
| 3        | 3,01                | ↓ -20%                     | 0,18                         | 3,75                                  | 3,54                                  |
| 4        | 2,50                | ↓ -17%                     | 0,26                         | 3,03                                  | 3,16                                  |
| 5        | 1,79                | ↓ -54%                     | 0,14                         | 3,89                                  | -                                     |
| 6        | 3,23                | ↓ -11%                     | 0,08                         | 3,61                                  | 3,48                                  |
| 7        | 3,25                | -                          | 0,14                         | -                                     | -                                     |
| 8        | 1,46                | -                          | 0,08                         | -                                     | -                                     |
| 9        | 2,64                | ↓ -23%                     | 0,07                         | 3,44                                  | 4,01                                  |
| 10       | 1,77                | -                          | 0,03                         | -                                     | -                                     |
| 11       | 3,37                | ↓ -8%                      | 0,21                         | 3,68                                  | 4,11                                  |
| 12       | 4,25                | ↓ -7%                      | 0,47                         | 4,56                                  | 5,30                                  |
| 13       | 1,19                | ↓ -50%                     | 0,03                         | 2,38                                  | 2,11                                  |
| 14       | 3,25                | ↓ -4%                      | 0,20                         | 3,40                                  | 3,99                                  |
| 15       | 3,12                | ↓ -34%                     | 0,15                         | 4,73                                  | 3,34                                  |
| 16       | 2,87                | ↓ -36%                     | 0,23                         | 4,46                                  | 3,36                                  |
| 17       | 1,04                | ↓ -47%                     | 0,11                         | 1,95                                  | -                                     |
| 18       | 3,22                | ↑ +31%                     | 0,02                         | 2,45                                  | 2,32                                  |
| 19       | 2,13                | -                          | 0,07                         | -                                     | -                                     |

Rödmarkerat anger resultat under 2,5 miljoner s/m.

Tabell 28. Resultat från bestämning av ånggenomgångsmotstånd.

Förutom sex folier visar alla ett resultat mellan 2,5 och 4,5 miljoner s/m. Undantagen är folie nummer 5, 8, 10, 13, 17 och 19 som alla har ett resultat under 2,5 miljoner s/m.

Vi noterar vidare att 13 av 19 tätskiktsfolier har ett lägre vattenånggenomgångsmotstånd än vid förra undersökningen. Noterbart är också att PVC tätskiktet, nr 17, har ett lågt vattenånggenomgångsmotstånd.

Diagrammet nedan visar ånggenomgångsmotståndet i Ms/m för alla folier som provats 2019. Felstaplarna i diagrammet representerar utvidgad mätosäkerhet för respektive resultat.

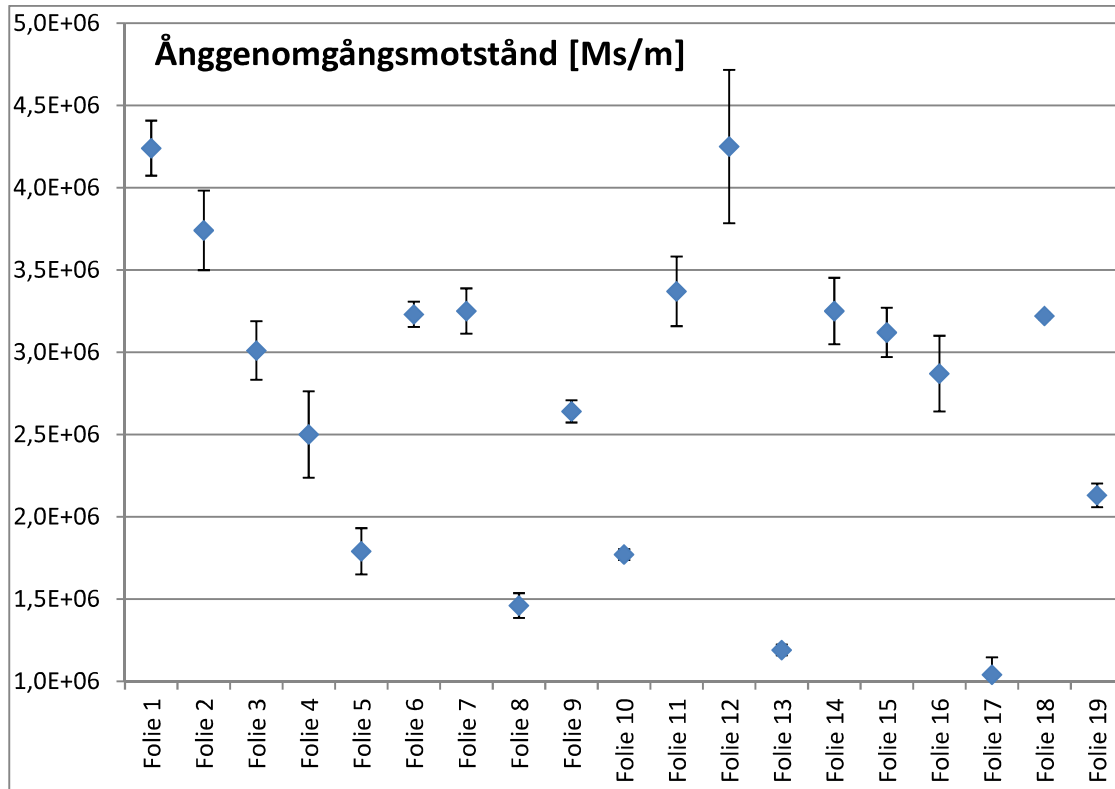


Diagram 1. Ånggenomgångsmotståndet i Ms/m för alla folier som provats 2019.

## Bestämning av ytvikt

| Folie Nr | Ytvikt<br>[g/m <sup>2</sup> ] | Utvidgad<br>mätosäkerhet<br>[g/m <sup>2</sup> ] | 2016 års<br>provning (1)<br>Ytvikt<br>[g/m <sup>2</sup> ] | 2014 års<br>provning (2)<br>Ytvikt<br>[g/m <sup>2</sup> ] |
|----------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1        | 300                           | 3,05                                            | 285                                                       | 306                                                       |
| 2        | 312                           | 2,16                                            | 306                                                       | 310                                                       |
| 3        | 224                           | 4,10                                            | 365                                                       | 372                                                       |
| 4        | 217                           | 5,35                                            | 300                                                       | 299                                                       |
| 5        | 165                           | 2,31                                            | 213                                                       |                                                           |
| 6        | 209                           | 1,81                                            | 208                                                       | 221                                                       |
| 7        | 210                           | 3,70                                            | -                                                         | -                                                         |
| 8        | 142                           | 1,57                                            | -                                                         | -                                                         |
| 9        | 209                           | 3,33                                            | 235                                                       | 376                                                       |
| 10       | 150                           | 2,20                                            | -                                                         | -                                                         |
| 11       | 314                           | 1,90                                            | 304                                                       | 311                                                       |
| 12       | 294                           | 8,02                                            | 331                                                       | 345                                                       |
| 13       | 146                           | 2,25                                            | 173                                                       | 265                                                       |
| 14       | 228                           | 2,59                                            | 236                                                       | 375                                                       |
| 15       | 292                           | 2,16                                            | 281                                                       | 305                                                       |
| 16       | 214                           | 2,05                                            | 318                                                       | 297                                                       |
| 17       | 1910                          | 12,1                                            | 2084                                                      | -                                                         |
| 18       | 170                           | 2,91                                            | 268                                                       | 275                                                       |
| 19       | 161                           | 2,54                                            | -                                                         | -                                                         |

Medelytvikten ligger på 220 g/m<sup>2</sup> räknat på samtliga folier förutom den i PVC, spridningen är ganska stor, från 142 till 314 g/m<sup>2</sup>. Detta innebär att både den tyngsta och den lättaste folien har blivit lättare. Jämfört med 2016 års provning (1) har medelytvikten sjunkit med 47 g/m<sup>2</sup>, det är ca 17 %. Från 2014 års provning (2) har medelytvikten sjunkit med 81 g/m<sup>2</sup> vilket motsvarar 27 %.

En tung folie kan tyda på att den är tjock och mindre följsam, å andra sidan kan en lätt folie tyda på att den har ett lägre ånggenomgångsmotstånd och kan vara känslig för mekanisk påverkan vid t ex montering.

Folie nr 17 är väggbeklädnad av PVC och är svår att jämföra med de övriga tätskiktsfolierna när det gäller ytvikt.

Diagrammet nedan visar ytvikten i g/m<sup>2</sup> för alla folier som provats 2019. Värdet för folie 17 läses av på den högra värdeaxeln. Felstaplarna i diagrammet representerar utvidgad mätosäkerhet för respektive resultat.

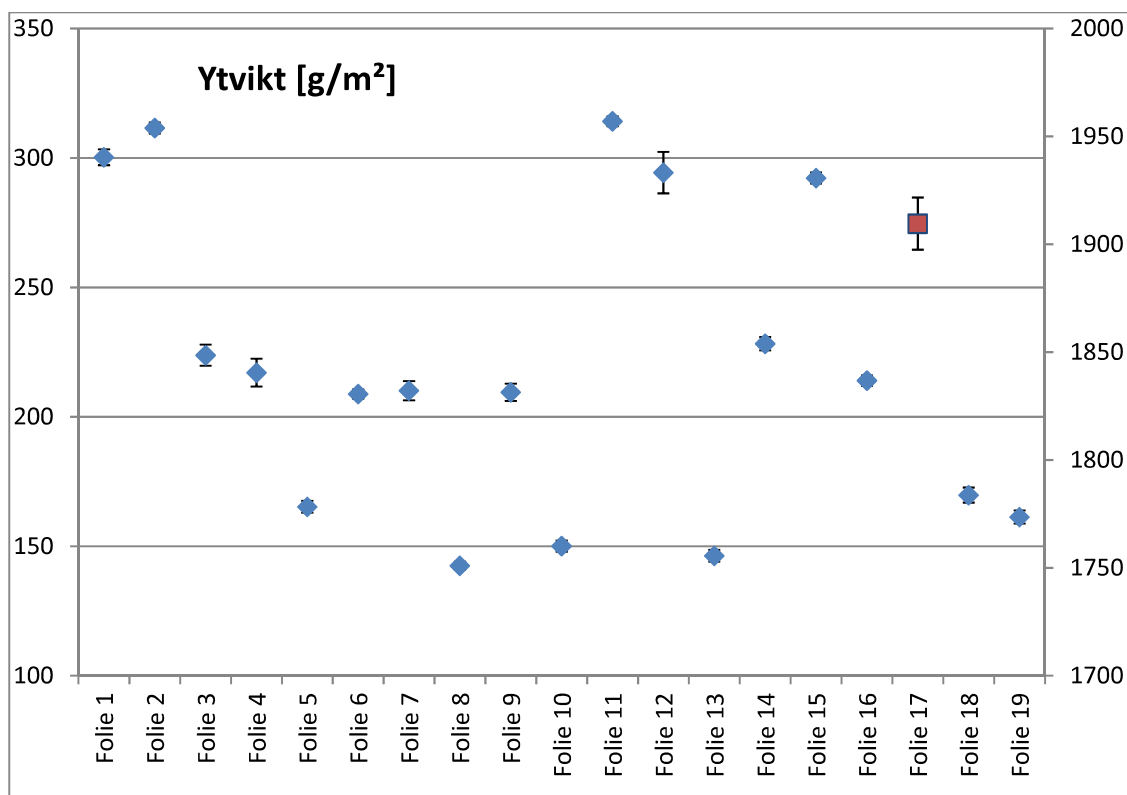


Diagram 2. Ytvikten i g/m<sup>2</sup> för alla folier som provats 2019.

## Kommentar

Det är vår uppfattning att ett ånggenomgångsmotstånd hos ett tätskikt som skall användas bakom keramisk beläggning/beklädnad, i områden vars ytor utsätts för upprepade spolning, bör överstiga ca 2,5 miljoner s/m. Detta är speciellt viktigt om konstruktionen innehåller plastfolie som luft- och ångspärr samt om tätskiktet är applicerat på ett fuktkänsligt underlag så som tex. fuktkänsliga kartongbeklädd gipsskiva.

Fuktberäkningar som utförs vid en fuktsäkerhetsprojektering av normal yttervägg hos t ex en villa ger ofta ett behov av vattenånggenomgångsmotstånd som överstiger 2,5 miljoner s/m om inte fuktskador genom diffusion genom tätskiktet skall ske. Om ett tätskikt med för lågt vattenånggenomgångsmotstånd används finns en betydande risk för mögel och besvärande lukt ifrån fuktkänsliga material. På längre sikt finns också risk för röta med följande problem med hållfasthet.

Det skall dock sägas att om en våtrumsvägg, ytter- eller innervägg, byggs upp av fukttåliga material som t ex betong så kommer behovet av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktet att vara betydligt lägre. Det kan vara tillräckligt med ett vattenånggenomgångsmotstånd på 100 000 s/m.

Det är mycket stor skillnad i behov av vattenånggenomgångsmotstånd i olika typer av konstruktioner. Detta beror på de ingående materialens olika kritiska fukttillstånd, det vill säga i vilken fuktmiljö materialen kan användas utan att mikrobiell tillväxt sker. Det är därför mycket viktigt att en fuktberäkning utförs.

## Bilaga 3

### FTIR och DSC-analys

#### Bakgrund

Resultaten som redovisas i denna rapport avser det tredje projektet i samma serie. Vissa produkter har bytts ut sedan föregående undersökning men de flesta är desamma och kan jämföras med de föregående åren.

Precis som tidigare har termisk och kemisk analys använts för att karakterisera materialen. FTIR (Fourier Transform Infrarödspektroskopi) analyserna utförs för att kunna se att samma typ av polymer används över tid. Med hjälp av termisk analys, DSC (Differential Scanning Calorimetry) undersöks indirekt hur väl ett material kan stå emot hög temperatur under en viss tid eller vid konstant ökande temperatur. Ur denna analys får man också ut smälttemperaturer vilket är ett komplement till FTIR-analysen för att bestämma typ av material.

#### Analyser

##### FTIR Fourier Transform Infrarödspektroskopi

FTIR spektroskopi innebär att man belyser ett material med ljus i det infraröda våglängdsområdet (400–4000 cm<sup>-1</sup>). Vissa kemiska bindningar växelverkar och absorberar det infraröda ljuset. Detta innebär att ljus av vissa våglängder inte når detektorn och man får ett specifikt spektrum för sitt material som kan liknas vid ett fingeravtryck. Spektra kan jämföras med referensspektra i databaser och man kan på så sätt bestämma ett okänt material.

FTIR analys utfördes för att identifiera vilken polymer som hade använts i de olika filmerna. Fleece på filmernas ytor skrapades loss och analyserades för sig och sedan analyserades den rena ytan på respektive film. Fleece från filmens båda sidor analyserades var för sig. Spektra från de olika materialen jämfördes med referensspektra och materialen identifierades. Analyserna utfördes på en Thermo Electron FTIR spektrofotometer med en mikro ATR (Attenuated Total Reflection) tillsats som gör att ett spektrum kan tas upp direkt på en materialyta.

##### DSC Differential Scanning Calorimetry

DSC är en så kallad termisk analys där man mäter hur ett material förändras som funktion av temperatur. Ett prov värms med en bestämd hastighet eller hålls konstant vid en bestämd temperatur och energi som avges eller tas upp av provet mäts i förhållande till en tom provkopp. Mycket små provmängder behövs, ca 5–10 mg.

DSC kan användas för att bestämma smältpunkt, grad av kristallinitet i ett prov eller indirekt mängden antioxidanter. I detta projekt analyseras smälttemperaturerna hos

produkterna samt hur stabilt materialet är, det vill säga vid vilken temperatur som materialet oxideras och bryts ned. Generellt kan man säga att ju högre oxidationstemperatur materialet har desto bättre stabiliserat är det för långtidsanvändning.

Alla delarna av filmerna tillsammans, det vill säga både fleece och polymerfilm analyserades på samma gång. Små cirkulära provbitar, ca 5 mm i diameter, stansades ut ur filmerna och placerades i provbehållare av aluminium. Proverna värmdes från rumstemperatur till 250 °C med hastigheten 10 °C per minut. Utrustningen som användes var en Mettler DSC och som flödesgas användes syrgas.

Det bör noteras att mätning av induktionstemperatur inte kan användas för att förut säga livslängden hos ett material då materialet vid analysen utsätts för temperaturer långt över där produkten kommer att användas. Eftersom nedbrytning av polymerer är komplicerad och olika kemiska reaktioner bryter ned materialet vid olika temperaturer bör speciella åldringsstudier göras för att bedöma livslängden hos ett material. Åldring av material görs i ugnar vid lämpliga temperaturer och både mekaniska, kemiska och fysikaliska egenskaper studeras som en funktion av åldringstid.

## Resultat

### FTIR spektroskopi - Materialidentifikation

Folierna bestod av en solid film i mitten och båda ytorna var belagd med ett fleece-material. Fleece bestod av non-wovenmaterial som för vissa material var präglad i något mönster eller struktur. Filmen i mitten av produkterna bestod av polyeten. Fleece materialet bestod av polypropen. Tidigare har material 18 bestått av polypropen rakt igenom, FTIR analys visar tydligt att folien nu är polyeten. Material nummer 17 bestod av en PVC (Polyvinylklorid) folie, utan fleece på ytan.

Då två olika material (polyetenfolie och polypropenfleece) har laminrats ihop och dessa var i vissa fall ganska svåra att separera och rester av fleece kan finnas och göra att spektra på folierna något svårtolkade.

| Film nr | Material i folie | Material i fleece |
|---------|------------------|-------------------|
| 1       | polyeten         | polypropen        |
| 2       | polyeten         | polypropen        |
| 3       | polyeten         | polypropen        |
| 4       | polyeten         | polypropen        |
| 5       | polyeten         | polypropen        |
| 6       | polyeten         | polypropen        |
| 7       | polyeten         | polypropen        |
| 8       | polyeten         | polypropen        |
| 9       | polyeten         | polypropen        |
| 10      | polyeten         | polypropen        |
| 11      | polyeten         | polypropen        |
| 12      | polyeten         | polypropen        |
| 13      | polyeten         | polypropen        |
| 14      | polyeten         | polypropen        |
| 15      | polyeten         | polypropen        |
| 16      | polyeten         | polypropen        |
| 17      | PVC              | -                 |
| 18      | polyeten         | polypropen        |
| 19      | polyeten         | polypropen        |

Tabell 29. Resultat från FTIR-analys

## DSC – Differential Scanning Calorimetry

Både polyeten och polypropen som ingår i de flesta analyserade produkterna har karakteristiska smälttoppar vid ca 123 °C respektive ca 165 °C som syns i termogrammen och verifierar resultaten i FTIR-spektrumet. Många av folierna har också en liten smälttopp vid ca 100-110 °C som skulle kunna vara mer lågmolekylärt material eller något vax.

Tidigare erfarenheter har visat att polyetenmaterial som är väl stabiliserade med fenoliska antioxidanter för att klara en lång användningstid har högre induktionstemperaturer. Jämfört med den föregående undersökningen ligger induktionstemperaturerna på ungefär samma nivå som tidigare. Induktionstemperaturen har ökat för material nummer 3 och sjunkit för material nummer 9. Även temperaturen för material nummer 19 har sjunkit, 202 °C, men det är ej jämförbart med tidigare studie eftersom folien är utbytt. Tre material oxideras vid ca 206 °C (nr 2, 5 och 15) och övriga vid högre temperaturer, se Tabell 27. Sammanfattningsvis verkar materialen vara stabiliserade på samma nivå som föregående studie

Mjukgjord PVC är generellt mycket stabil mot oxidation jämfört med polyeten och polypropen. Egenskaperna hos materialet försämras i stället främst genom att mjukgöraren mycket långsamt migrerar ut från materialet vilket gör det hårdare och sprödare. Andra nedbrytningsmekanismer är dehydroklorering (klor och väte lossnar från PVC molekylen och ger en dubbelbindning) och oxidation (reaktion med luftens syre).

| Film nr | Oxidationstemperatur (°C) |
|---------|---------------------------|
| 1       | 219                       |
| 2       | 206                       |
| 3       | 224                       |
| 4       | 216                       |
| 5       | 206                       |
| 6       | 213                       |
| 7       | 208                       |
| 8       | 219                       |
| 9       | 213                       |
| 10      | 210                       |
| 11      | 213                       |
| 12      | 217                       |
| 13      | 211                       |
| 14      | 220                       |
| 15      | 209                       |
| 16      | 218                       |
| 17      | 220                       |
| 18      | 202                       |
| 19      | 207                       |

Tabell 30. Sammanställning av oxidationstemperauren hos de olika produkterna.

För samtliga analyserade material gäller att om man vill göra en rimlig bedömning av materialens livslängd bör man göra en accelererad åldringsstudie, det vill säga placera proverna i ett värmeskåp vid moderat temperatur och följa förändring av mekaniska och fysikaliska egenskaper efter olika exponeringstider. Därefter kan man räkna om livslängden vid produktens normala användningstemperatur.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Byggteknik  
RISE Rapport 2018:81  
ISBN: