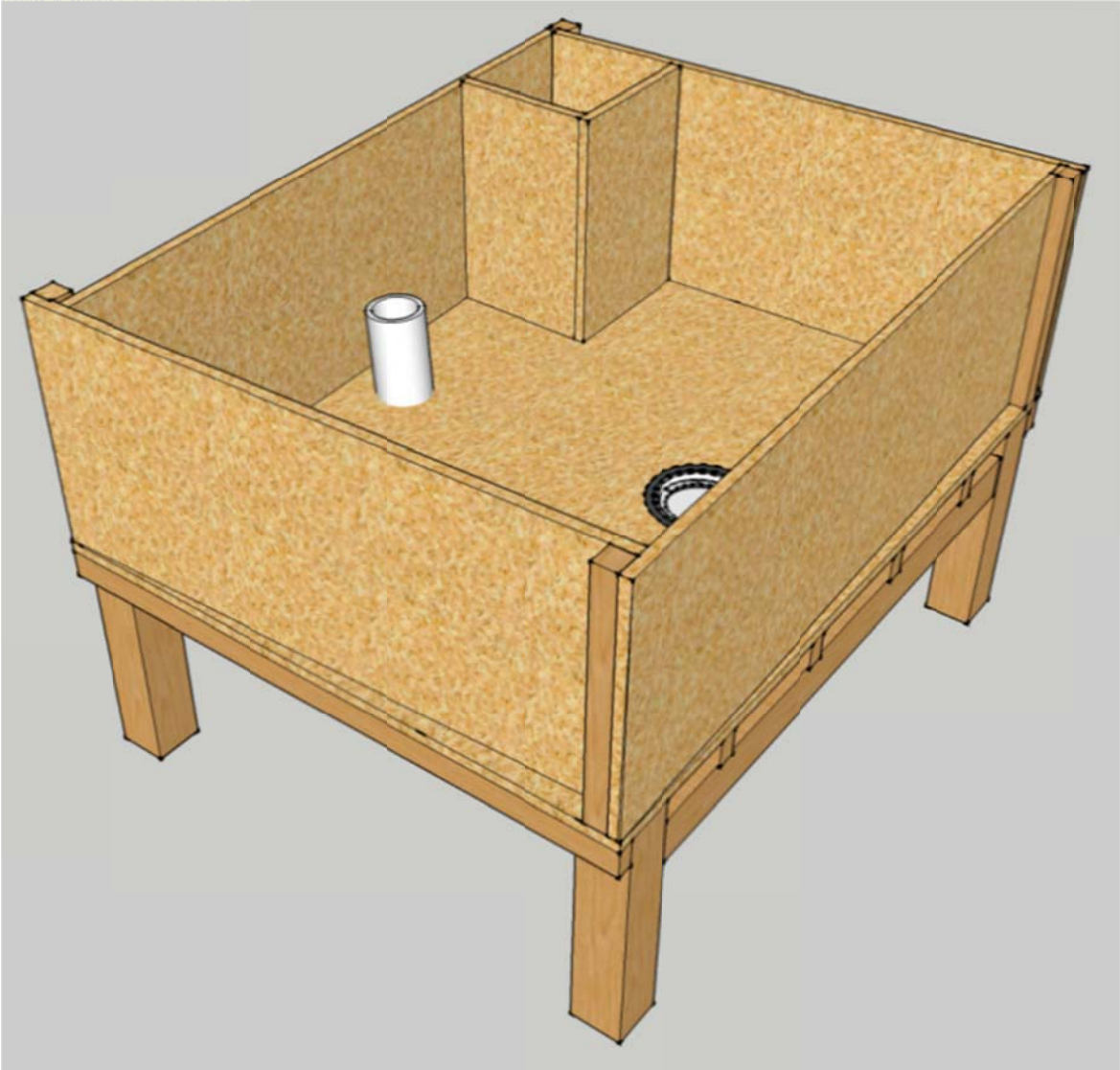
Funktionsprovning av tätskiktsystem av folietyp för våtutrymmen

Ulf Antonsson och Ingemar Samuelson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Energiteknik

SP Rapport 2014:45
Reviderad i december 2014

Funktionsprovning av tätskiktsystem av folietyp för våtutrymmen

Ulf Antonsson och Ingemar Samuelson

Abstract

The aim of the project was to ascertain if a waterproofing systems used behind ceramic tiling would meet the demands and loadings that may be imposed on them. The systems tested were of polymeric based foil materials which are all readily available on the market.

It was of particular importance to check that the waterproofing systems are actually waterproof, so that adjacent walls etc. are not damaged. This is because either the existing industry approvals or CE marking currently capture this problem. This was executed by means of functional testing of the waterproofing systems.

As well as aiming to demonstrate that waterproofing systems have a good prognosis for water resistance and thus preventing water damage in the building, the project sought to encourage waterproofing system manufacturers to review and change their systems so that the installation is more workable and less prone to human error. This is turn should result in waterproof wet rooms.

Only three waterproofing system passed the function test without leakage. Other water-proofing systems exhibited leakage of varying degrees. The proportions of leakage varied from occasional leakage in a few places to complete damage with leakage in many positions.

The results indicate that several of waterproofing systems that have been investigated so far have no or a very low safety margin built in to the system.

Surprisingly, the project showed during the functional tests that leakage also occurred in waterproofing systems where joints and penetrations were sealed with glue of a self-curing type.

Key words: Functional test, waterproofing system, wet room

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2014:45
ISBN 978-91-87461-88-0
ISSN 0284-5172
Borås 2014

Innehållsförteckning

Abstract **3**

Innehållsförteckning **4**

Förord **5**

Sammanfattning **6**

Orientering **8**

1 Bakgrund **8**
1.1 CE-märkning av tätskikssystem för våtutrymmen 9
1.2 Ändringar i Boverkertes byggregler BBR 9
1.3 Ändring i branschregler 10

2 Syfte och mål med projektet **11**

3 Metod/genomförande **12**
3.1 Funktionsprovning 12
3.2 Analyser 14

4 Införskaffande av tätskiktssystem för provning **16**

5 Montering av tätskiktsystem vid funktionsprovningen **18**

6 Resultat **19**
6.1 Tätskiktssystem nr 1 19
6.2 Tätskiktssystem nr 2 21
6.3 Tätskiktssystem nr 3 24
6.4 Tätskiktssystem nr 4 26
6.5 Tätskiktssystem nr. 5 28
6.6 Tätskiktssystem nr. 6 30
6.7 Tätskiktssystem nr. 7 33
6.8 Tätskiktssystem nr. 8 36
6.9 Tätskiktssystem nr. 9 38
6.10 Tätskiktssystem nr. 10 42
6.11 Tätskiktssystem nr. 11 43
6.12 Tätskiktssystem nr. 12 45
6.13 Tätskiktssystem nr. 13 46
6.14 Tätskiktssystem nr. 14 48
6.15 Tätskiktssystem nr. 15 51
6.16 Tätskiktssystem nr. 16 53
6.17 Tätskiktssystem nr. 17 55
6.18 Tätskiktssystem nr. 18 57
6.19 Tätskiktssystem nr. 19 60
6.20 Tätskiktssystem nr. 20 63

7 Slutsats och diskussion **66**
7.1 Funktionsprovning 66
7.2 Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt 68
7.3 IR och DSC-analys 69

8 Litteraturförteckning **70**

Bilaga 1 SP-metod 5111
Bilaga 2 Resultat från bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt
Bilaga 3 Resultat från FTIR-analyser och DSC-analyser

Förord

Projektet påbörjades på senhösten 2013 och har finansierats av Stiftelsen Länsförsäkringsbolagens Forskningsfond. Vi vill rikta ett varmt tack till stiftelsen som har gjort detta projekt möjligt.

Ett speciell tack vill vi rikta till Peter Bratt på Länsförsäkringar för ett mycket gott samarbete under projektets genomförande.

Tack till Bengt Nordling, Anna Jansson och Ingvar Demker, samtliga SP, som har utfört provningar respektive analyser. Vi vill också rikta ett tack till Anders Jansson, SP för värdefulla diskussioner och synpunkter under projektets gång.

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

I denna rapport redovisas alla resultat anonymt dvs. inga varumärken eller produktnamn används. Detta sker i samråd med Länsförsäkringsbolagens Forskningsfond.

Borås i november 2014.

Ulf Antonsson och Ingemar Samuelson

Sammanfattning

Endast tre av de tjugo undersöka tätskiktssystemen av folie typ klarade funktionsprovningen utan läckage. För sex system vara läckagen så omfattande att man kan tala om en totalskada dvs. det fanns läckage på nästa alla kontrollpunkter. Hos elva av tätskiktsystemen fanns läckage på ett eller flera ställen.

De tre system som klarade funktionsprovningen utan läckage hade alla lim av självhärdande typ för skarvar och tätningsdetaljer. Detta är i linje med våra erfarenheter från tidigare genomförda projekt. Det är mot denna bakgrund förvånande att flera system av självhärdande typ för skarvar och tätningsdetaljer har omfattande läckage. Flera av de provade systemen har små eller inga säkerhetsmarginaler.

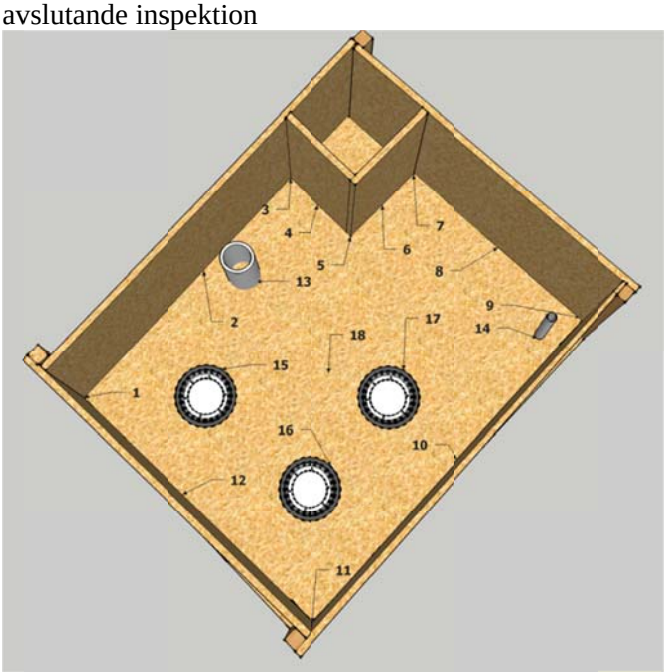
Sammanfattning av resultat vid funktionsprovning

Tätskikt-system nr		Kontrollpunkt nr.																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	SH				X							X	X						
2	SH			X										X	X			X	
3	SH					X													
4	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	T											X	X						
6	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
7	T		X			X				X			X			X	X	X	
8	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	SH		X			X			X		X		X	X	X				
10	SH	Inga läckage																	
11	SH	Inga läckage																	
12	SH	Inga läckage																	
13	SH															X			
14	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	SH		X	X	X		X	X				X							
16	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	SH		X								X					X		X	X
18	SH	X	X	X		X		X	X		X	X		X					
19	T		X											X					
20	SH	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

X = Läckage SH = Självhärdande lim T = Lim av torkande typ

För definition av ordet ”läckage” se i kapitel orientering på sidan 8.

Placering av kontrollpunkter vid funktionsprovningens avslutande inspektion



Kontroll-punkt nr.	Placering
1	Innerhörn
2	Golv-vägg vinkel
3	Innerhörn
4	Golv-vägg vinkel
5	Ytterhörn
6	Golv-vägg vinkel
7	Innerhörn
8	Golv-vägg vinkel
9	Innerhörn
10	Golv-vägg vinkel
11	Innerhörn
12	Golv-vägg vinkel
13	Stort avloppsrör, DN110
14	Litet avloppsrör, DN50
15	Vid Purusbrunn
16	Vid Jafobrunn
17	Vid Blücherbrunn
18	Vid mittskarv

Resultaten för funktionsprovningarna redovisas i sin helhet i kapitel 6.

Bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd visar på stor variation mellan de olika folierna. Mätningarna ger resultat från 2 100 000 s/m till 5 300 000 s/m. Vilket innebär att alla har ett högt eller mycket högt vattenånggenomgångsmotstånd. Resultaten för bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd redovisas i sin helhet i bilaga 2.

DSC-analyserna visar tecken på dåliga långtidsegenskaper hos flera av folierna. Fortsatta studier behövs. Resultaten för DSC-analyserna redovisas i sin helhet i bilaga 3.

Orientering

Detta är en reviderad utgåva av SP Rapport 2014:45. Revideringen utfördes i december 2014. Revideringen består i ett förtydligande av ordet ”läckage” i tabeller förekomande i sammafattning, kapitel 6 och kapitel 7 och redaktionell ändring på några få ställen i rapporten.

Revideringen innebär inte någon förändring av resultatet vid genomförda undersökningar.

Ordet ”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 läckage vid en annan kontrollpunkt. I kapitel 6 finns också en förklarande text nedanför den tabellen som beskriver resultatet från funktionsprovningen för varje undersökt tätskiktsystem.

1 Bakgrund

Vattenskador är den vanligaste typen av skador i bostäder och kostar samhället årligen 6 miljarder kronor enligt www.vattenskadecentrum.se (1). Andra källor anger 10 miljarder kronor årligen (2). Vattenskador är inte bara dyrbara att åtgärda utan påverkar också arbetsmiljö, boendemiljö och leder till onödig användning av resurser.

I Sverige har man sedan en tid tillbaka ägnat både tid och resurser på att förebygga våtrumsskador. Tyvärr har detta inte lett till minskat antal skador eller till någon minskning av kostnader för åtgärder vid inträffade skador. Vi tror emellertid 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.

I SP Rapport 2011:01[1] Tätskikt i våtrum - funktionsprovning av foliesystem (3) framgår det tydligt att risken för fuktskador är uppenbar på vissa av de tätskikssystem som säljs idag. Detta även med en korrekt montering enligt gällande monteringsanvisningar, vilket vi anser är anmärkningsvärt.

SP Rapport 2012:23[1] Delreparation av tätskiktsfolier i våtutrymmen (4) understryker även den att vissa tätskiktskonstruktioner är olämpliga. Olämpligheten ligger i att det i vissa tätskiktssystem används produkter som har svårt att torka/härda innan badrummen tas i bruk. Detta gör att risken för läckage i skarvar och genomföringar ökar.

Den årliga övervakande kontrollprovning som tidigare fanns i samband med branschgodkännande av tätskiktssystem är sedan 2010 nedlagd. Antagligen ansåg branschorganisationen att det krav på egenkontroll som finns i CE-märkningen av tätskiktssystem är tillräckligt. Det måste dock påpekas att CE-märkningen inom detta område är frivillig vilket gör att alla på marknaden förkommande tätskiktskonstruktioner inte är CE-märka och därmed inte omfattas av något krav på egenkontroll.

Detta innebär att det kan vara fritt fram för en tillverkare att göra ändringar i ett tätskiktsystem utan att någon får information om detta. Detta medför att det finns en betydande risk att det på marknaden finns tätskiktsystem som inte håller den kvalitet som de en gång

[1] Projektet finansierades av Länsförsäkringars Forskningsfond

har gjort. Detta på grund av 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 billigare råvaror eller användning av annan blandningsteknik m m.

Med ovanstående som bakgrund fanns det förutsättningar för att utföra ett projekt som tar reda på om de på marknaden förekommande tätskikssystemen uppfyller de krav som man kan ställa på dem. Detta då varken de existerande branschgodkännanden eller CE-märkningen i nuläget fångar in denna problematik.

1.1 CE-märkning av tätskikssystem 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 (5). 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 (5).

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 (6). CE-märkningen av tätskiktssystem av folietyp blev möjlig den 4 april 2011 då ETAG 022 del 2 (6) blev publicerad.

1.2 Ändringar i Boverkertes byggregler BBR

Tätskiktssystem av folietyp är en förhållandevis ny företeelse på våtrumsmarknaden, de första systemen börjar saluföras omkring 2006. Att tätskiktssystem av folietyp introduceras på den svenska marknaden är en följd av att Boverkets byggregler BBR (7) ändrades 2006.

Förändringen i BBR innebar att ett krav på tillräckligt högt vattenånggenomgångsmotstånd för tätskikt som ska användas i våtutrymmen infördes. Detta värde beräknas vid en fuktsäkerhetsprojektering för den aktuella konstruktionen (enligt allmänt råd i BBR). Förändringen av BBR var bland annat föranledd av att i SP Rapport 2006:46 [2] Tätskikt bakom kakel i ytterväggar (8) 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 (7) och (9) 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 2 000 000 s/m eller högre. Om ett tätskikt med för lågt vattenånggenomgångsmotstånd används finns en betydande risk för mögel och besväran-

[2] Projektet finansierades av Länsförsäkringars Forskningsfond

de lukt ifrån de fuktkänsliga materialen. På längre sikt finns också risk för röta med följande problem med hållfasthet.

Det ska 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.

1.3 Ändring i branschregler

Vid uppdatering av branschregler (10) 2010 införs indelning av våtutrymmen i olika ”våtzoner”. I den nu gällande versionen av branschregler (11) från 2014 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.
- Våtzon 2 är den zon som är mindre belastad med vatten. Våtzon 2 innefattar alla övriga väggar i våtutrymmet.

Vidare så införs 2010 krav om att vid konstruktioner bestående av skivmaterial i våtzon 1 så ska tätskiktsystem av folietyp alltid användas.

Detta innebar att tätskiktsystem 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 (3) och (4) 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.

1.3.1 Ändring av krav för limning av skarvar och genomförningar

Under detta projekts pågående nås vi av informationen att branschorganisationen, Byggkeramikrådet, från den 1 juli 2014 ställer krav på att ”självhärdande” limmer ska användas för att limma skarvar och genomföringar i tätskiktsfolien (12).

Då projektet startades hösten 2013 fanns det ett mindre antal leverantörer av tätskiktssystem som hade limmer av självhärdande typ. Detta gör att vi i projektet har med tätskiktssystem som består både av limmer som är självhärdande och av limmer som är av torkande typ. Det ser vi som en fördel att projektet innehåller tätskiktssystem med båda typerna av lim.

2 Syfte och mål med projektet

Syftet och målet med projektet är att kunna visa på tätskiktssystem som har god prognos att uppfylla kravet på vattentäthet och därmed vara vattenskadesäkrande. Ett annat syfte är att förmå tillverkarna av tätskiktssystem att förändra sina system så att de är lättarbetade och mindre känsliga för fel vid installation.

Förhoppningsvis kommer detta projekt att upprepas vid ett flertal tillfällen under kommande år så att tillverkarnas förändringsarbete kan följas.

3 Metod/genomförande

Projektet genomförs genom användande av en metodik ”funktionsprovning” som innebär att vattentätheten hos tätskiktsfolien, inklusive genomförningar och skarvningar undersöks i golvkonstruktion.

I projektet har även analys av tätskiktsfolierna utförts. Detta i syfte att i framtiden kunna avgöra om tätskiktsfolien har förändrats.

De analyser som utförts är:

- Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktsfolien
- Bestämning av ytvikt
- FTIR-analys. Bestämning av vilken polymer tätskiktsfolien är tillverkad av
- DSC-analys. Bestämning smältpunkten hos ett material samt oxidationstemperatur

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

3.1 Funktionsprovning

Funktionsprovningen har utförts enligt en till svenska förhållanden anpassad version av ETAG 022 Annex A (13) numera benämnd SP-metod 5111 (14).

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. Dynamisklast 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 cyklingar. Dessa cyklingar tar 6,6 timmar att utföra.
5. Växlande varmt (60°C) och kallt (10°C) vatten på brunnar, genomförningar, hörn mm, 1 500 cyklingar. Dessa cyklingar 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. SP är ackrediterad av SWEDAC[3] för att utföra provning enligt den aktuella provningsmetoden.

Provningsmetoden ETAG 022 Annex A (13) publicerades i Europa redan i maj 2005 av EOTA[4]. Provningsmetoden är i grunden en Nordtestmetod, NT-Build 230 (15), 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[5] Notat 83 (16).

[3] Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll
[4] European Organisation for Technical Approvals
[5] Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark

Följande anpassningar har gjorts:

- Val av golvbrunnar.
  Följande golvbrunnar används: Blücher justerbar duschbrunn Square med klister-fläns, Jafo PB75 MP med skruvad klämring och Purus Brage 75 PP med fjäder-belastad klämring.

  Om det i monteringsanvisningen från tätskiktsleverantören saknas beskrivning om hur tätskiktet ska appliceras till en golvbrunn med klisterfläns så används rostfri golvbrunn Blücher justerbar duschbrunn Square med klämring.

- Placering av golvbrunnar.
  Golvbrunnar placeras minst 200 mm från vägg eller annan golvbrunn.

- Val av avloppsrör.
  Avloppsrör är av polypropen med diameter 50 respektive 110 mm.

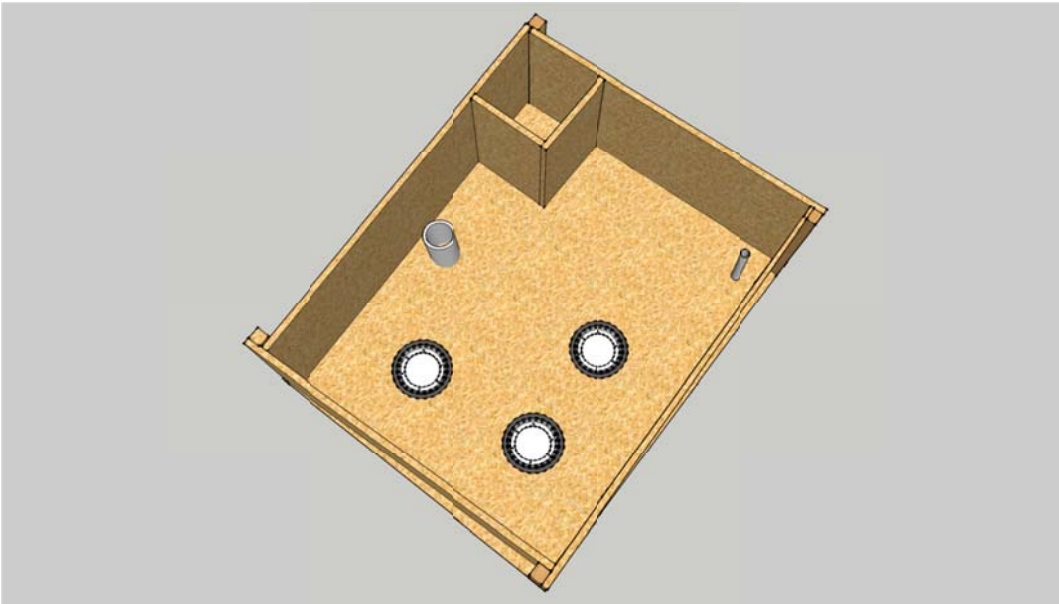
- Placering av avloppsrör.
  Det är ett fritt avstånd mellan avloppsrör och vägg på 60 mm.

- Specificering av torktid före provning.
  Torktid före provning ska vara enligt tillverkarens monteringsanvisning, dock max 7 dygn. Detta är en viktig ändring jämfört med den ursprungsliga prov-ningsmetoden (13). I den ursprungsliga 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 (14).

I den ursprungsliga provningsmetoden (13) finns det, konstigt nog, inget krav om att man ska demontera provuppställningen och ta bort tätskiktet för inspektion av eventuella läckage. I provningsmetoden (13) finns det text om att tätskiktet ”företrädesvis” ska tas bort vid inspektion efter eventuella läckage. Vid vissa provningsinstitut i Europa görs tolkningen att tätskiktet inte ska 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 sjuttital provningar är att det är helt nödvändigt att ta bort tätskiktet för att kunna utföra inspektion efter eventuella läckage. 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 iakttagas. Läckagen har haft en sådan omfattning att om de hade uppkommit i en verklig byggnad hade de lett till allvarliga fukt- och vattenskador.

Provningsrigg - vy från sidan



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

3.2 Analyser

Med FTIR[6]-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 fyll-medel m m).

Med DSC[7]-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.

[6] Fourier Transform Infrarödspektroskopi
[7] Differential Scanning Calorimetry

Med bestämning av materialets vikt per ytenhet (g/m²) får man ett indirekt mått på tjockleken. Bestämning av ytvikt har skett enligt EN ISO 23997 (17).

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 vattenånggenomgångs-motstånd utföras.

Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd hos tätskiktsfolien ger ett mått på hur tät tätskiktsfolien är mot vattenånga. Vattenånggenomgångsmotståndet är en mycket viktig materialparameter hos ett tätskikt då den är en förutsättning för att kunna göra en fukt-beräkning som i sin tur är en del av den fuktsäkerhetsprojektering som ska göras enligt Boverkets byggregler BBR (9).

Bestämningen av vattenånggenomgångsmotstånd har utförts enligt SS-EN ISO 12572 (18). Mätningarna har utförts vid fuktbelastning med 100 % RF och en fuktnivå av 75±2 % RF i utrymmet där provningen utförs. Bestämningarna har utförts vid temperaturen 23 °C. Mätningarna har utförts direkt på den flexibla folien utan att den har applicerats på någon bärare.

Enligt standarden SS-EN ISO 12572 (18) ska värden redovisas uttryckta i Pa·m²·s/kg, i Sverige används dock av tradition värdet för ånggenomgångsmotstånd utryckt i s/m. Flera europeiska länder använder värden utryckta som ekvivalent luftspalt (S_d-värde) som utrycks i meter. I denna rapport har vi valt att redovisa värden på alla de tre olika sätten.

SP är ackrediterad av SWEDAC[8] för att utföra de aktuella analyserna.

[8] Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll

4 Införskaffande av tätskiktssystem för provning

De ekonomiska ramarna för detta projekt har medgett att tjugo olika tätskiktsystem av folietyp har undersökts.

Inbjudan till att kostnadsfritt få delta i projektet sändes ut till utvalda leverantörer av tätskiktssystem av folietyp under hösten 2013. Urvalet gjordes så att de tjugo platserna i projektet skulle på bästa möjliga sätt spegla den situation som är på marknaden. Detta innebär att vi har försökt att få med alla större leverantörer i projektet.

Flertalet av de leverantörer som kontaktades ställde sig positiva till att delta i projektet och har så gjort genom att ställa produkter till förfogande och har även medverkat vid montering av tätskiktssystemen. Några få leverantörer meddelade att man inte hade för avsikt att medverka i projektet. För att inte äventyra projektets spegling av marknaden har dessa tätskiktsystem av folietyp köpts in och undersökts i projektet.

När vi skulle köpa in tätskiktsystem för provning blev vi förvånade då vi av försäljare i byggvaruhandeln blev erbjudna att köpa andra produkter än de som beskrivs i monteringsanvisningen med hänvisningen ”det går lika bra med denna produkt” då produkten som beskrevs i anvisningen inte fanns tillgänglig. Om detta beteende är vanligt vet vi inte men det är illavarslande då man från branschen under många år har påtalat vikten av alltid hålla sig till ett system och inte blanda produkter. Beteendet är allvarligt speciellt då man säljer till allmänheten som inte är fackmän. Det är lätt att tänka sig ett scenario där en ”gör det självare” har fått en skada på sitt tätskiktsystem. Försäkrings-bolaget vill inte betala skadan med hänvisning till att man i det aktuella fallet har blandat produkter från olika tätskiktssystem eller använt någon produkt som inte ingår i tätskiktssystemet.

Några få tätskiktssystem av folietyp som finns att köpa på varuhus har också undersökts i projektet. Vid ett av våra inköp på varuhus så noterad vi att man saluförde förseglings-remsor som inte var vattentäta. Även i monteringsanvisningen fanns denna typ av förseglingsremsor beskrivna som ett alternativ vid tätskiktssystem av folietyp på fuktkänsligt underlag, t ex skivmaterial i våtzon 1. Detta är anmärkningsvärt då man i branschregler (11) uttryckligen skriver att ”Vid skivkonstruktionen ska samtliga förseglingar förutom skivskarvar i våtzon 2 vara täta i sig själva”. Det är också i detta fall lätt att tänka sig ett scenario där en ”gör det självare” har fått en skada på sitt tätskikts-system. Försäkringbolaget vill inte betala skadan med hänvisning till man har använt förseglingsremsor av en felaktig typ. Det ska dock sägas att vid vårt inköp av tätskikts-system för provning inköptes förseglingsremsor av den typ som föreskrivs i branschregler (11).

För att ett tätskiktssystem av folietyp ska kunna vara med i projektet ska det vara tillgängligt på marknaden.

Tillgängligt på marknaden har definierats enligt följande:

- Tätskiktsystemet, med alla sina ingående produkter, ska senast den dag prov-kroppstillverkningen påbörjas funnits beskriven på tillverkarens/leverantörens websida och/eller funnits beskriven på produktblad som funnits tillgänglig där produkterna säljs. Alla produkter som ingår i tätskiktssystemet ska kunnat beställas, med leverans inom en vecka, eller köpas i butik.

- Det ska också ha funnits en officiell monteringsanvisning. Med officiell avses att monteringsanvisningen ska finns tillgänglig t ex på leverantörens websida, en tryckt pappersversion eller på annat sätt finnas publikt tillgänglig.

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

5 Montering av tätskiktsystem vid funktionsprovningen

Monteringen av systemen har utförts av personal från SP. De som har utfört monteringen har mångårig erfarenhet av provning enligt den använda provningsmetoden. Monteringen har vid alla provningarna genomförts enligt den vid monteringen gällande monteringsanvisningen. I förkommande fall har tillverkaren/leveratören av tätskiktsystemen medverkat vi monteringen. Tillverkarens/leveratörens representant har getts möjlighet att ”godkänna” eller ”underkänna” montaget. Inte vid något tillfälle har tillverkarens/leveratörens representant ”underkänt” montaget.

6 Resultat

Resultat från bestämningar av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt redovisas i bilaga 2. Resultat från FTIR-analys och DSC-analys redovisas i bilaga 3.

För definition av ordet ”läckage” se i kapitel orientering på sidan 8.

6.1 Tätskiktssystem nr 1

6.1.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher-brunnen har istället monteringsanvisningen för design och väggnära brunnar använts då dessa golvbrunnskonstruktioner är mycket lika.

Monteringsanvisningen innehåller flera olika möjligheter till installation av tätskiktet. Vid denna montering har en självhärdande produkt använts som lim för alla delar utom för klisterflänsbrunnen. För väggfolien har monteringen gjorts både som överlappsskarv och som kant-i-kant montering med täckande skarvremsa.

Det använda limmet är ett lösningsmedelsfritt 2-komponents cementbaserat lim. Limmet är att beteckna som att vara av självhärdande typ.

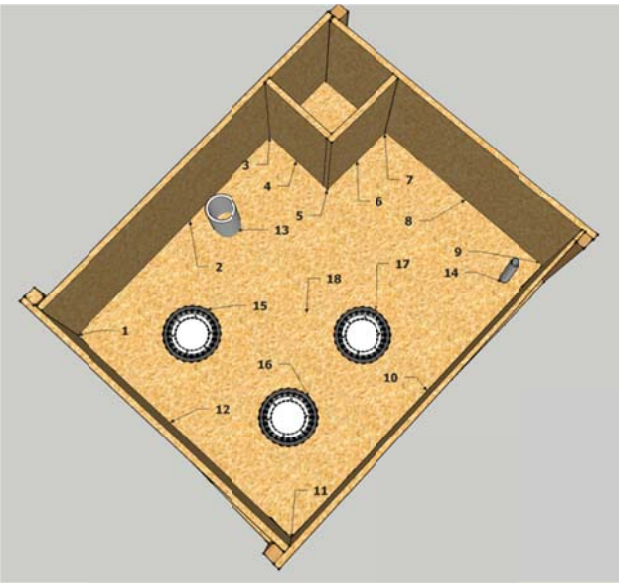
Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har erhållits muntligen av tillverkaren.

Inläggning av tätskiktet gjordes 2014-02-12 av personal från SP under överinseende av personal från tillverkaren.

6.1.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 4: Mycket liten läcka på golvet, ca 2 x 5 cm

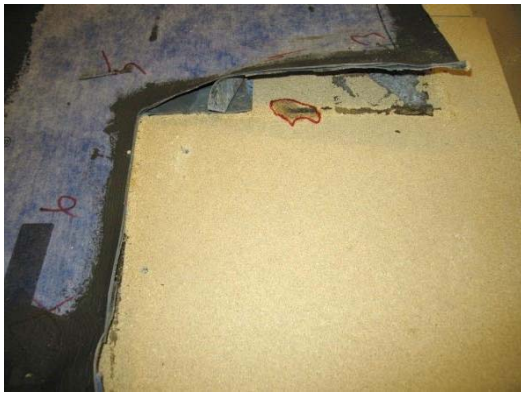
Punkt 11: Det var blött i skarven mellan innerhörn och skarvremsa. Utbredningen på golvet var ca 20 x 5 cm och på väggen ca 25 x 5 cm.

Punkt 12: Ett veck uppstod i golvfolien efter inläggningen. Detta bedömdes att vara ett mycket troligt läckageställe och tätades före provstart av SP. Se även kommentarer under punkten montering. Inget läckage uppstod under provningen efter att vecket hade blivit tätat.

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

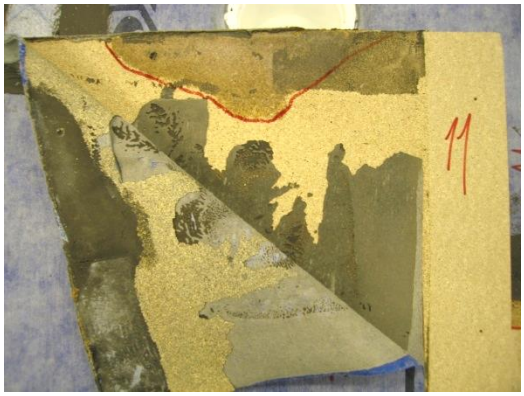
Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Veck på golvfolien vid golv-vägg vinkeln före provstart. Vecket tätades av SP före provstart.



Litet läckage vid punkt 4 mellan ytterhörn och innerhörn.

Läckage i golv i punkt 11 bakom Jafobrunnen.



Läckage i väggdelen i punkt 11 bakom Jafobrunnen.

6.2 Tätskiktssystem nr 2

6.2.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücherbrunnen har istället en separat anvisning för anslutning till golvbrunnar använts.

Enligt monteringsanvisningen ska tätskiktet torka minst 3 dygn före vattenbelastning. Verklig torktid blev 4 dygn efter installationen fick tätskiktet (3 dygn efter montering av klämringar) vid normal rumstemperatur innan provningen startades.

Som lim har en självhärdande produkt använts. Används för limning av alla komponenter. Produkterna komponent A och komponent B blandas från färdiga portionsförpackningar. Limmet är att beteckna som att vara av självhärdande typ.

6.2.2 Resultat vid funktionsprovning

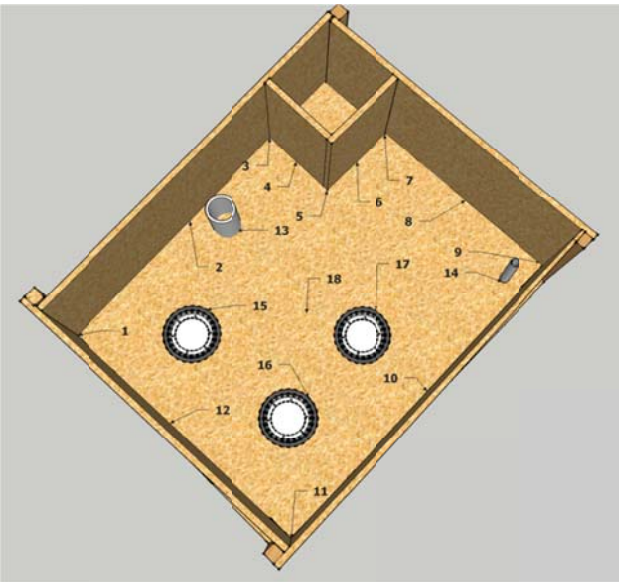
Efter 1083 cykler noterades att det droppade på undersidan av lådan kring Blücher-brunnen och att det var blött i spånskivan. Vid inspektion av brunnen konstaterades att tätskiktsfolien hade separerat från brunnsmanschetten. Läckaget tätades med massor MS-polymer mellan folie och brunnsmanschett, provningen återstartades och fick fortsätta till 1500 cykler. Inga nya läckage kunde konstateras vid inspektion från utsidan.

Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan på nytt med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inga nya läckage kunde konstateras vid inspektion från utsidan och det gamla hade till viss del torkat.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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

Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 3: Två mycket små blöta partier under golvfolien vid innerhörnet, storlek ca 5x7 cm respektive 5x3 cm.

Punkt 13: Ett mycket litet blött parti, ca 5x1 cm kring det stora avloppsröret.

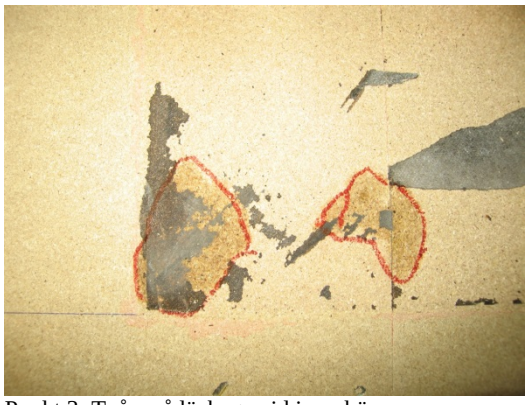
Punkt 14: Ett mycket litet blött parti, diameter ca 2 cm kring det lilla avloppsröret.

Punkt 17: Stort läckage kring Blücherbrunnen som tätades av SP, se text under temperaturcykling ovan.

Övrigt: När folien avlägsnades från golvet upptäcktes två små blöta fläckar, diameter ca 3 respektive 5 cm, cirka 10 cm utanför ytterhörnet. Det måste alltså ha varit två små hål i folien här.

Vid undersökning av väggarna hittades 6 stycken mycket små blöta partier, diameter 3-5 cm, på tre olika väggar. Centrum för partierna ligger alla 5 cm upp på väggen, det vill säga där skarvremsan slutar.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet


Punkt 3: Två små läckage vid innerhörn.

Punkt 13: Litet läckage vid stora avloppsröret.

Punkt 14: Litet läckage vid lilla avloppsröret.

Punkt 17: Stort läckage kring Blücherbrunnen.

Samtliga läckage på golvet.

Blücherbrunnen, separation mellan brunnsmanschetten och folien.

6.3 Tätskiktssystem nr 3

6.3.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher-brunnen har istället monteringsanvisningen för Unidrain golvränna använts då dessa golvbrunnskonstruktioner är mycket lika.

Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning.

Vid monteringen av rörmanschetterna missuppfattade vi monteringsanvisningen. Rörmanschetterna ska enligt denna monteras mot golv innan golvfolien läggs in. De blev istället monterade efter att golvfolien hade monterats. Detta bedöms inte ha någon stor betydelse.

SP har köpt in allt tätskiktsmaterial hos en större lokal golvfirma. Vid beställningen ville golvfirman helst sälja system komponent C + komponent A i stället för komponent A + komponent B. Detta system finns dock inte med som godkänt på Byggkeramikrådets lista över godkända system. Efter övertalning beställde man hem det begärda och godkända systemet.

Komponent A + komponent B är ett lösningsmedelsfritt 2-komponents cementbaserat lim. Limmet är att beteckna som att vara av självhärdande typ.

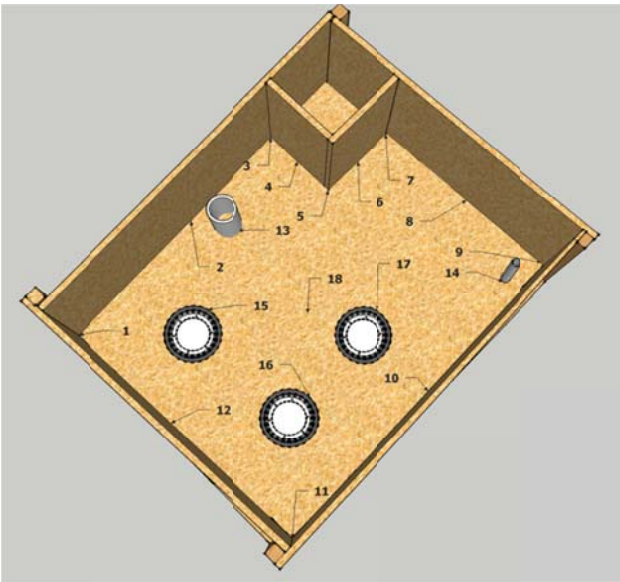
I monteringsanvisningen saknas beskrivning över hur limmet komponent A + komponent B ska blandas. Vi fick intrycket att en säck komponent A (5 kg) skulle blandas med en burk komponent B (5 kg), det vill säga lika blandning av båda komponenterna. Vid genomläsning av den finstilta texten på säcken till komponent A framgick dock att blandningsförhållandet för denna applikation ska vara 5 kg komponent A och 4,25 kg komponent B Detta blandningsförhållande har använts vid provningarna.

Under pågående inläggning av tätskiktet upptäcktes att fel sorts brunnsmanschetter hade levererats. Enligt monteringsanvisningen ska brunnsmanschetten heta X och vara självhäftande på ena sidan och ska limmas mot folien med komponent A + komponent B på den andra sidan. De levererade brunnsmanschetterna hade beteckningen Y och var självhäftande på både sidorna. Vid monteringen utgick därför limning av manschetten med komponent A + komponent B och ersattes med det självhäftande skiktet på brunnsmanschetten. Det noterades också att den dubbelhäftande brunnsmanschetten saknade tillverkarens logotype. Den var endast märkt med en streckkod och lot nr. Pappkartongen som brunnsmanschetterna levererades i var dock märkt med tillverkarens namn och beteckning.

6.3.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 5: Ett mycket litet läckage upptäcktes på golvet vid ytterhörnet. Det fanns en blöt fläck på golvet med diametern ca 5 cm. Det fanns även ett mycket litet blött område på väggen precis vid ytterhörnet.

Limmet som penslades på rörmanschetten kring det stora avloppsröret släppte från rörmanschettens gummibeklädda del under provningen. Det uppstod dock inget vattenläckage eftersom manschetten i sig är tät.

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inget vattenläckage kunde konstateras vid inspektion från undersidan.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Läckage mot golvet vid ytterhörn, diameter ca 5 cm.

Limmet fäster inte mot den stora rörmanschetten, det uppstod dock inget läckage.

6.4 Tätskiktssystem nr 4

6.4.1 Montering

Monteringen har utförts tillverkarens monteringsanvisning. Ett undantag från monteringsanvisningen har gjorts då folien har limmats mot spånskivorna med produkten A istället för produkten B. Detta förfarande finns beskrivit i andra monteringsanvisningen från samma tillverkare.

Produkten A är en 1-komponents rollbart våtrumsmembran som även kan användas för att limma tätskiktsduken. Produkten A är att beteckna som ett torkande lim

Produkten B är ett 2-komponent cementbaserat lim. Limmet är att beteckna som att vara av självhärdande typ. Används för limning av skarvremsor, hörn och rörmanschetter.

Denna monteringsanvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher brunnen har istället muntliga anvisningar från tillverkaren använts.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har erhållits muntligen av tillverkaren.

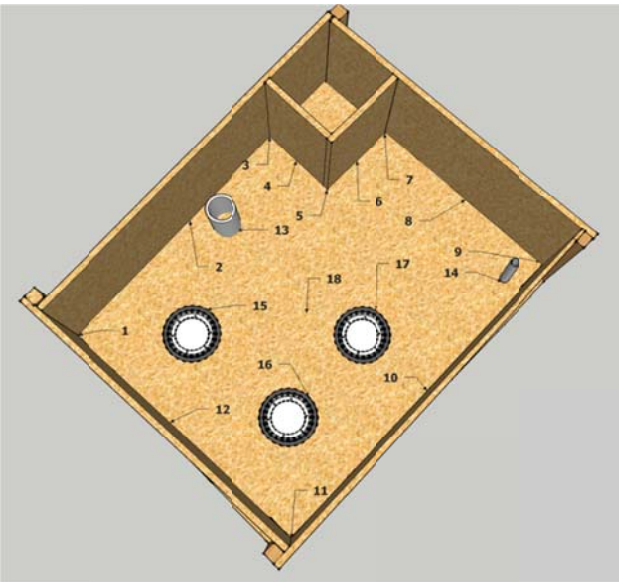
Inläggning av tätskiktet gjordes av personal från SP under överinseende av personal från tillverkaren.

6.4.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
1	Innerhörn	X	
2	Golv-vägg vinkel	X	
3	Innerhörn	X	
4	Golv-vägg vinkel	X	
5	Ytterhörn	X	

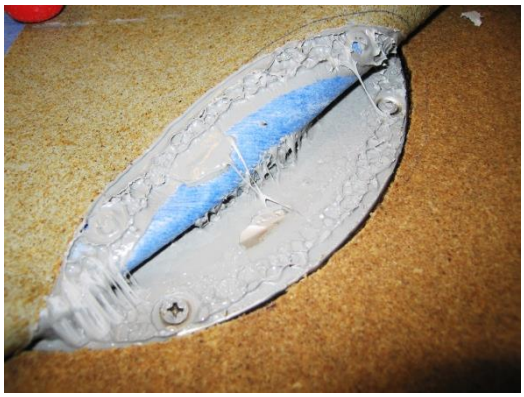
6	Golv-vägg vinkel	X	
7	Innerhörn	X	
8	Golv-vägg vinkel	X	
9	Innerhörn	X	
10	Golv-vägg vinkel	X	
11	Innerhörn	X	
12	Golv-vägg vinkel	X	
13	Stort avloppsrör, DN110	X	
14	Litet avloppsrör, DN50	X	
15	Vid Purusbrunn	X	
16	Vid Jafobrunn	X	
17	Vid Blücherbrunn	X	
18	Vid mittskarv	X	



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Det största läckage har varit kring Blücherbrunnen och i stort sett hela golvet är blött. Det går dock inte med säkerhet att säga om det har funnits flera läckage än detta. Allt läckage kan komma från samma ställe vid Blücherbrunnen och har spridit sig vidare över golvet. Det finns dock åtminstone två ställen där man kan misstänka att det har förekommit mindre läckage, dels vid stora avloppsröret och dels vid golvskarven. Detta går dock inte med säkerhet att fastställa.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet



Blücherbrunnen, separation mellan brunnsmanschetten och folien.

Blücherbrunnen, brunnsmanschetten sitter kvar på brunnsflänsen.

Blücherbrunnen, brunnsmanschetten har släppt från folien.

Blöta partier på golvet.

6.5 Tätskiktssystem nr. 5

6.5.1 Montering

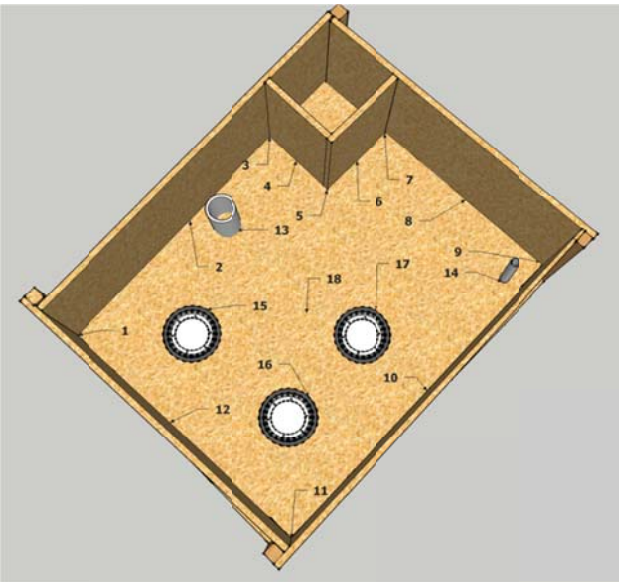
Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggnings dag till första vattenfyllning. Monterings-anvisningen beskriver endast golvbrunnar med klämringar, därför har endast sådana brunnar använts.

För limning av folie till underlaget har produkten A används. Produkten A har också använts för limning av remsor, hörn och rörmanschetter. Produkten B har använts för limning av brunnsmanschetter mot folien. Både produkten A och produkten B är att beteckna som torkande limmer.

6.5.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

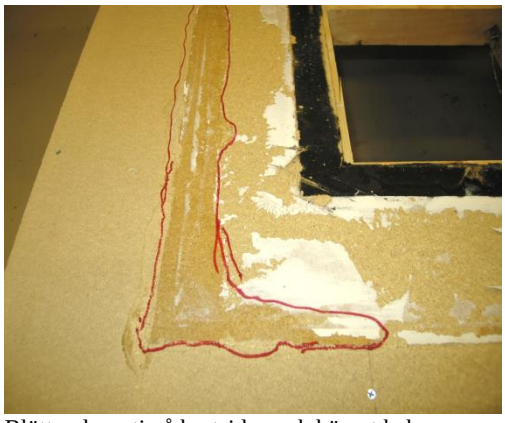
Punkt 11: Uppsvälld spånskiva med förhöjd fuktighet.

Punkt 12: Cirka halva kortsidan från hörnet bakom Jafobrunnen till mitten på lådan är fuktigt och spånskivan är uppsvälld, bredd ca 5 cm. Motsvarande väggparti är också fuktigt men upplevs som blötare än golvpartiet.

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

För några skarvremsor och hörn, speciellt vid ytterhörnet, var vidhäftningen mellan folie och remsa mycket dålig, förmodligen på grund av att limmet inte hade torkat ordentligt.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet



Blött golvparti på kortsidan och hörnet bakom Jafobrunnen

Hela golvytan efter rivning av tätskiktet, läckagestället rödmarkerat.

6.6 Tätskiktssystem nr. 6

6.6.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher brunnen har istället monteringen gjorts enligt muntliga uppgifter från tillverkaren.

Limning av tätskiktsfolie har skett med hjälp av produkten A. Produkten A är baserad på syntetgummidispersion. Produkten A levereras färdig för användning. Limmet är att beteckna som att vara av torkande typ.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har meddelats muntligen av tillverkaren.

Inläggning av tätskiktet gjordes av personal från SP under överinseende av personal från tillverkaren.

6.6.2 Resultat vid funktionsprovning

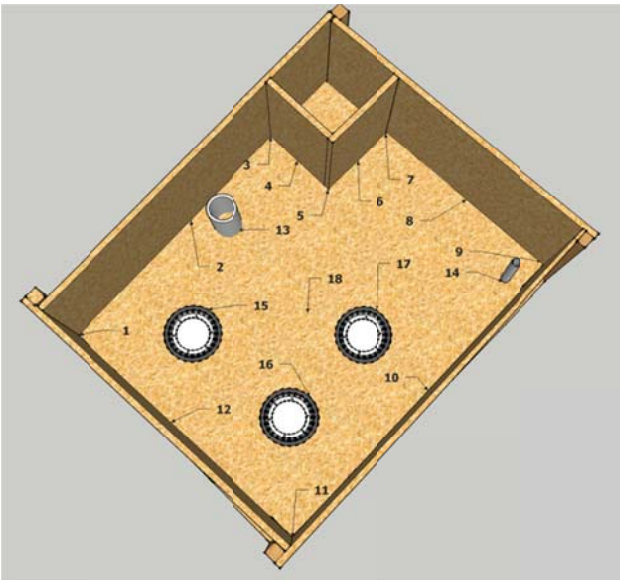
Efter 79 cykler noterades ett läckage under Jafo brunnen. Efter 384 cykler noterades blöta partier på utsidan av lådan vid ytterhörnet och två innerhörn.

Efter 892 cykler avbröts provningen på grund av att vatten rinner ut ur provlådan. Vid inspektion konstaterades att alla innerhörnen och ytterhörnet har släppt från golvet. Skarvremsorna i golv-väggvinkel var mycket bubbliga och det fanns sprickor i skarv-remsorna kring Blücherbrunnen. Det var blött på utsidan av lådan på alla sidor utom långsidan vid det stora avloppsröret samt på undersidan vid Blücherbrunnen.

Det sista provningsmomentet med vattenfyllning upp till höjden 100 mm över golvet i 7 dygn utfördes inte.

Inspektion efter provning.

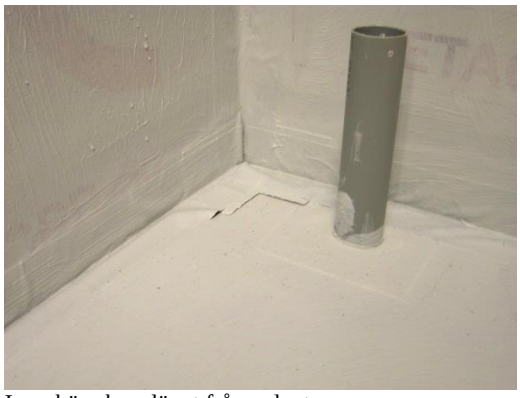
Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
1	Innerhörn	X	
2	Golv-vägg vinkel	X	
3	Innerhörn	X	
4	Golv-vägg vinkel	X	
5	Ytterhörn	X	
6	Golv-vägg vinkel	X	
7	Innerhörn	X	
8	Golv-vägg vinkel	X	
9	Innerhörn	X	
10	Golv-vägg vinkel	X	
11	Innerhörn	X	
12	Golv-vägg vinkel	X	
13	Stort avloppsrör, DN110		X
14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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Samtliga delar utom kring det stora avloppsröret var mycket blöta.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet



Innerhörn har släppt från golvet.

Innerhörn och ytterhörn har släppt från golvet.

Självhäftande skarvremsa i golv-vägg vinkeln har fått stora bubblor och släppt från golvet.

Blöta golvpartier efter borttagning av tätskiktet.

Blöta partier på lådans undersida.

6.7 Tätskiktssystem nr. 7

6.7.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkaren monteringsanvisning. Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning. Innerhörnen var svåra att montera. De ville inte fästa riktigt mot golvet utan bucklade sig något, förmodligen är de inte riktigt vinkelräta. Monteringsanvisningen saknar uppgift om hur tätskiktet ska monteras mot golvbrunnarnas monteringsplattor. Skarvremsor finns i tre olika utföranden i monteringsanvisningen, fiberremsa, gummerad fiberremsa (= vattentät remsa) och självhäftande flexband. SP har valt att använda den gummerade fiberremsan då vi misstänkte att den vanliga fiberremsan inte var vattentät vilket är ett krav i dessa system.

Limning av folie har skett med produkten A. Limmet är att beteckna som att vara av torkande typ.

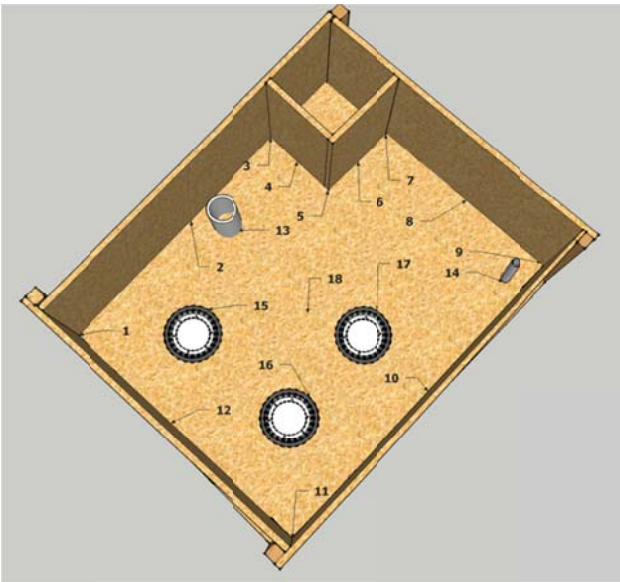
6.7.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Inget vattenläckage kunde konstateras vid inspektion från undersidan.

Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Inspektion efter provning.

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



Punkt 2: Det fanns ett litet fuktigt parti i spånskivan på golv och vägg bakom det stora avloppsröret, ca 1x4 cm.

Punkt 5. Det fanns ett blött parti i spånskivan på golv och vägg vid ytterhörnet, ca 15x7 cm.

Punkt 9: Det fanns ett litet fuktigt område vid skarven mot hörn bakom DN50 röret.

Punkt 12: Det fanns ett litet fuktigt område på väggen.

Punkt 15: Det fanns små blöta partier mellan brunnsflänsen och monteringsplattan, det var dock torrt i omgivande spånskivor. Dålig vidhäftning mellan folie och monteringsplatta.

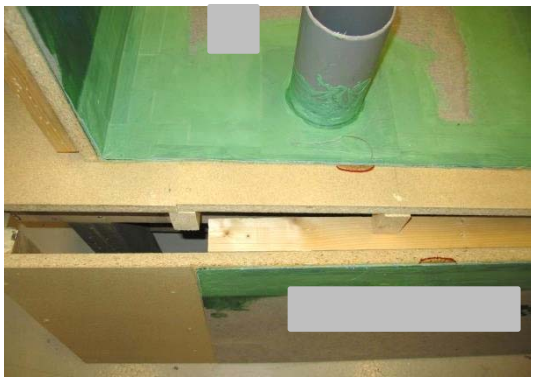
Punkt 16: Det var blött på brunnsflänsen och monteringsplattan samt även lite på omgivande spånskiva. Dålig vidhäftning mellan folie och monteringsplatta.

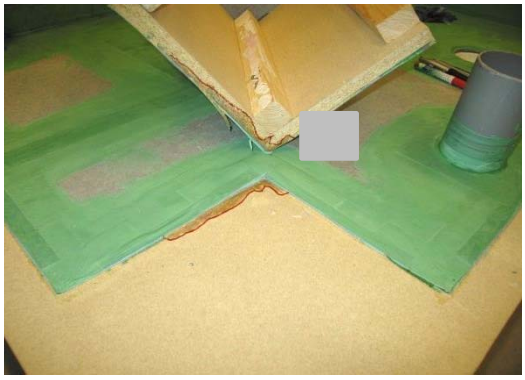
Punkt 17: Kraftigt läckage kring hela Blücherbrunnen och ca 20 cm ut på spånskivan.

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

När tätskiktet skars upp i samband med rivningen kom det vid några hörn fram en mjölkvit vätska. Det var dock torrt i underliggande spånskiva.

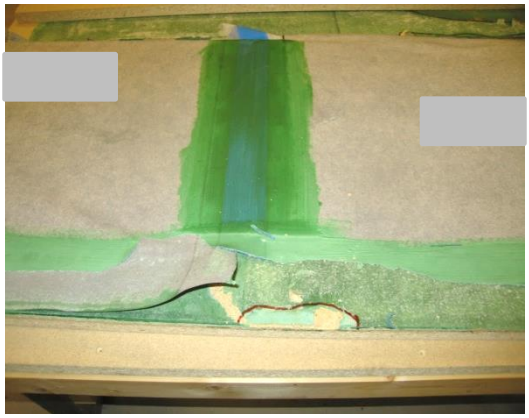
Foton från demonteringen av tätskiktssystemet





Mindre läckage i golv och vägg bakom DN110 rör (punkt 2).

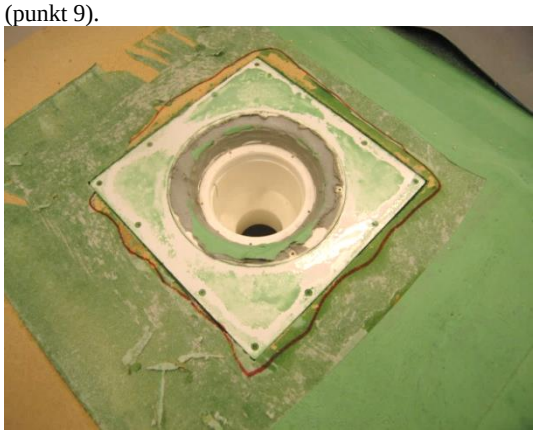
Läckage i golv och vägg vid ytterhörn (punkt 5).



Läckage i golv vid ytterhörn (punkt 5).

Mindre fuktigt område på vägg (punkt 12).

Mindre fuktigt område på vägg bakom DN50 rör (punkt 9).



Blött mellan golvbrunnsfläns och monteringsplatta vid Purusbrunnen (punkt 15).

Jafobrunn, blött på monteringsplattan och i omgivande spånskiva (punkt 16).

Större blött parti kring Blücherbrunnen (punkt 17).

Översikt över hela golvytan efter rivning av tätskiktet.

6.8 Tätskiktssystem nr. 8

6.8.1 Montering

Då detta tätskiktssystem är helt nytt har monteringsanvisningen endast funnits tillgänglig i preliminär utgåva. Följande underlag har använts:

1. Konstruktion A (1 sida). Utdrag ur tillverkarens monteringsanvisning med kompletteringar för andra namn på de använda limmen.
2. Utskriven Powerpoint presentation över med bilder som visar detaljer om de använda komponenterna och monteringen av dessa.

Denna monteringsanvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücherbrunnen har istället monteringen gjorts enligt muntliga uppgifter från tillverkaren

För limning av folie till underlaget hos väggarna har produkten A används. Produkten A är att beteckna som torkande produkt.

Produkten B har använts för limning av folie till underlaget på golvet, manschetter, hörn och skarvremsor Produkten B är att beteckna som en självhärdande produkt.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har meddelats muntligen av tillverkaren.

6.8.2 Resultat vid funktionsprovning

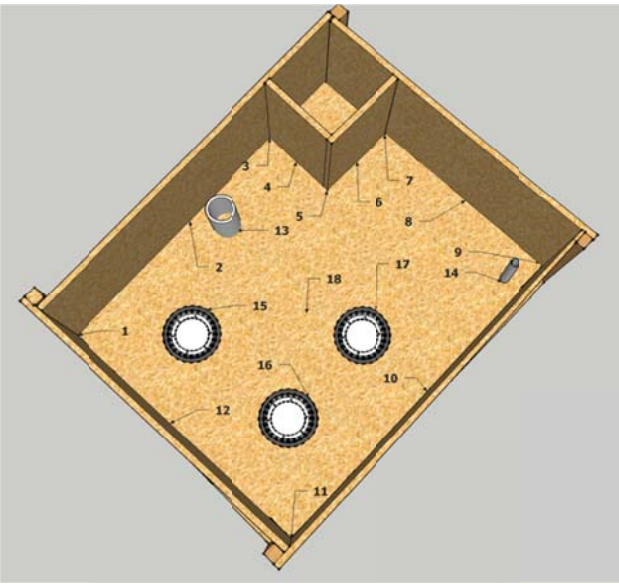
Efter 27 cykler noterades ett läckage under Purusbrunnen. Det droppar från monterings-plattan under den varma cykeln.
Efter 118 cykler noterades ett läckage vid stora avloppsröret DN110. Läckaget tätades av SP, det är dock tveksamt om det lyckades.
Efter 815 cykler noterades ett läckage under Jafobrunnen.

Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan på nytt med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Efter 7 dygn konstaterades att det var blött på lådans utsida på kortsidan mellan Purus- och Jafobrunnarna samt på båda långsidorna bakom Purus-brunnen och Jafobrunnen

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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	

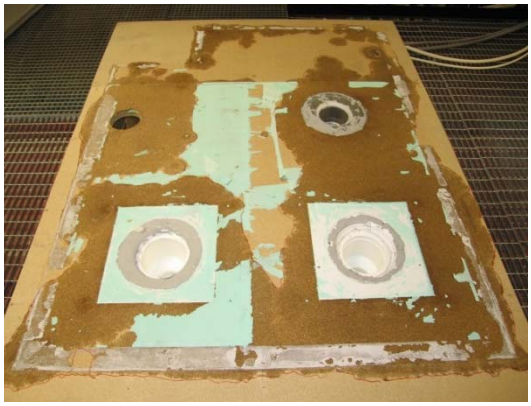


Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Mycket stora delar av golvet var blöta. Dessutom konstaterades att det fanns blöta partier under väggskarvarna, även relativt högt upp på väggarna (ca 20-30 cm över golvet).

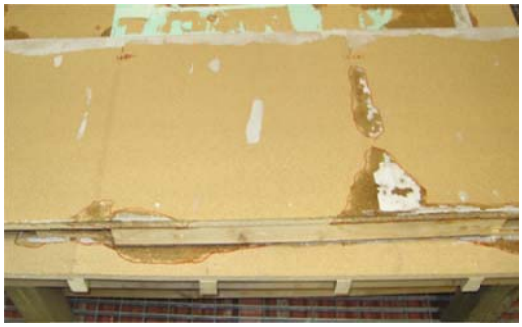
Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Spricka i tätskikt mellan lilla avloppsröret DN50 och brunnsmanschetten.



Blöta golvpartier efter borttagning av tätskiktet.

Blöta partier kring väggskarvar på kortsida mellan Purus- och Jafobrunnen.



Blöta partier kring väggskarvar på långsida mellan Jafobrunnen och avloppsrör DN50.

6.9 Tätskiktssystem nr. 9

6.9.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning.

För limning av folie till underlaget har produkten A används. Produkten A är att beteckna som torkande produkt.

Produkten B har använts för limning av brunnsmanschetter till monteringsplattor. Produkten B är att beteckna som en torkande produkt.

Produkten C har använts för limning av förseglingsremsor, hörn och rörmanschetter. Produkten C är att beteckna som en självhärdande produkt.

Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vatten-fyllning.

Rörmanschetterna var svåra att montera. De ville inte fästa riktigt mot golvet trots extra limning, se foto nedan. Eftersom limmet är härdande går det inte heller att limma glipan en gång extra dagen efter. Samma tendens finns även för hörnen men i mindre grad.

Glipa mellan rörmanschett 110 mm och golv.

Monteringsanvisningen är lite otydlig på hur överlapp mellan golv-väggremsor ska göras i hörnen, speciellt gäller detta ytterhörnet.

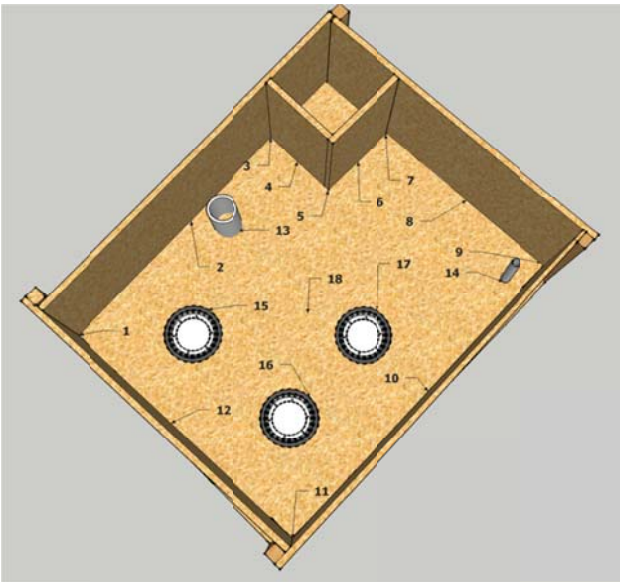
Under inläggningen av tätskiktet noterades att produkten C limmet torkade väsentligt snabbare än vad som var angivet på förpackningen (4 timmar). En halvtimme efter blandning av de ingående komponenterna är massan så seg att den inte längre går att pensla på. Första försöket att limma tätskiktet fick avbrytas på grund av att produkten C härdade så att det inte gick att lägga på i skarvarna och ändå mindre att pensla det ovanpå skarvarna. Vid ett nytt försök med helt nya tätskiktskomponenter blandades endast en tredjedel av de aktuella mängderna. De båda komponenterna vägdes noggrant på en våg innan de blandades till och användes och när blandningen blev för tjock för att använda så kastades den och en ny blandning lagades till. Trots att tre separata blandningar gjordes var det svårt att hinna med alla förseglingar innan limmat började härda. Det kan inte utslutas att de läckor som har uppstått vid provningen beror på att produkten C har hunnit börja härda så mycket under användningen så att det inte flyter ut ordentligt i skarvarna under folien och remsorna.

6.9.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden, inget vattenläckage kunde konstateras.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 2. Ett större läckage, längd ca 25 cm, och två mindre med längden ca 5 cm.
Punkt 5. Ett litet läckage med längden ca 5 cm.
Punkt 8. Ett mycket litet läckage, ca 1 cm, mer på väggen än på golvet.
Punkt 10. Tre mycket små läckor, ca 1 cm.
Punkt 12. Två större läckage, längd ca 25 resp. 10 cm.
Punkt 13. Läckage runt hela röret.
Punkt 14. Läckage runt hela röret.

Det noterades också att produkten C över skarvar och manschetter hade många blåsor och att det hade flagnat på flera ställen i kanterna mot folien. Vidhäftningen mellan produkten C och rörmanschetternas gummidel är mycket dålig. Se även foton.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Översiktsbild över golvet efter rivning, läckageställen är rödmarkerade.

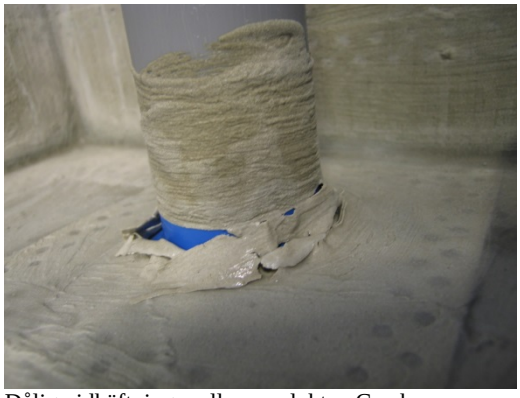
Översiktsbild över golvet efter rivning, läckageställen är rödmarkerade.

Läckage vid golv-väggvinkel och rör DN110, punkt 2 och 13.

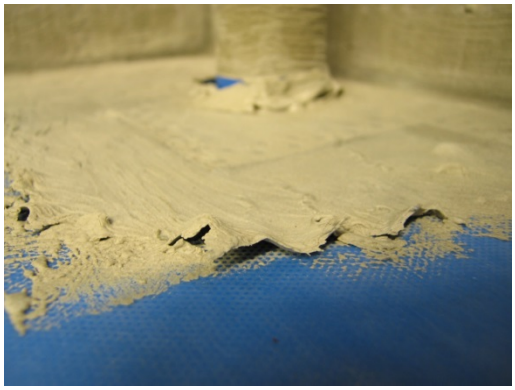
Läckage vid golv-väggvinkel och rör DN110, punkt 2 och 13.

Eftre avslutad provning men före rivning noterades att det fanns en stor mängd större blåsor i produkten C limmet samt att det hade flagnat på flera ställen.

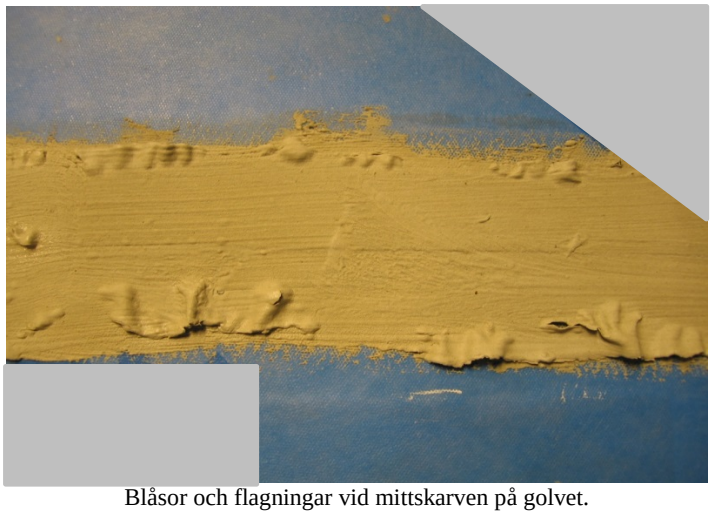
Speciellt noterades att produkten C har släppt mot folien, se fotot av mittskarv nedan. Det noterades också att det är mycket dålig vidhäftning mellan produkten C och den gummerade delen av rörmanschetterna. Se även foton nedan.



Dålig vidhäftning mellan produkten C och rörmanschett DN50.



Produkten C limmet flagnar i kanten av rörmanschetten vid anslutning mot folien.



Blåsor och flagningar vid mittskarven på golvet.

6.10 Tätskiktssystem nr. 10

6.10.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücherbrunnen har istället muntliga anvisningar från tillverkaren använts.

För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en självhärdande produkt.

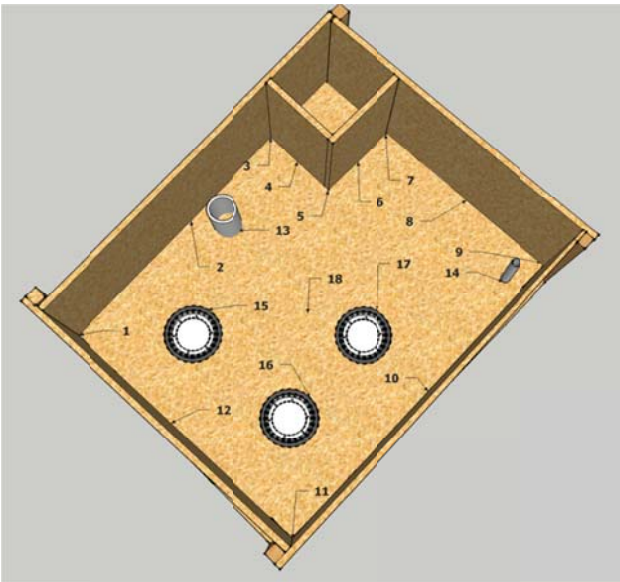
För limning av överlappsskarv, skarvremsor, hörn, rörmanschetter och brunnsmanschetter användes produkten B. Produkten B är att beteckna som en självhärdande produkt.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 5 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har erhållits muntligen av tillverkaren. Det finns dock uppgifter om deltider, från inläggning till kakelsättning med minst 12 timmar och från fogning av kakel till första vattenbelastning krävs minst 24 timmar. I praktiken borde detta innebära att det blir minst 3 dygns torktid.

6.10.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

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

6.11 Tätskiktssystem nr. 11

6.11.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning gäller bara för golvbrunnar med klämringar, därför har ingen brunn med klisterfläns använts.

Monteringsanvisningen är kombinerad för två olika limningar av överlappande tätskiktsdetaljer, torkande respektive härdande system. Metoden med den härdande produkten A har använts.

För limning av folie till underlag användes produkten B. Produkten B är att beteckna som en torkande produkt.

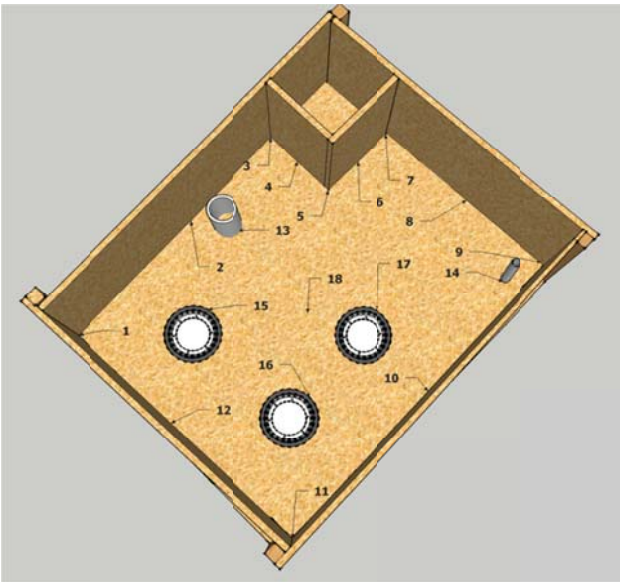
För limning av överlappsskarv, skarvremsor, hörn och rörmanschetter användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en självhärdande produkt.

Monteringsanvisningen rekommenderar 7 dygns torktid från inläggning till normal användning. Detta har också använts vid provningen.

6.11.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

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

6.12 Tätskiktssystem nr. 12

6.12.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning.

I denna monteringsanvisning finns alla uppgifter som behövs för att lägga in tätskiktet.

För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en torkande produkt.

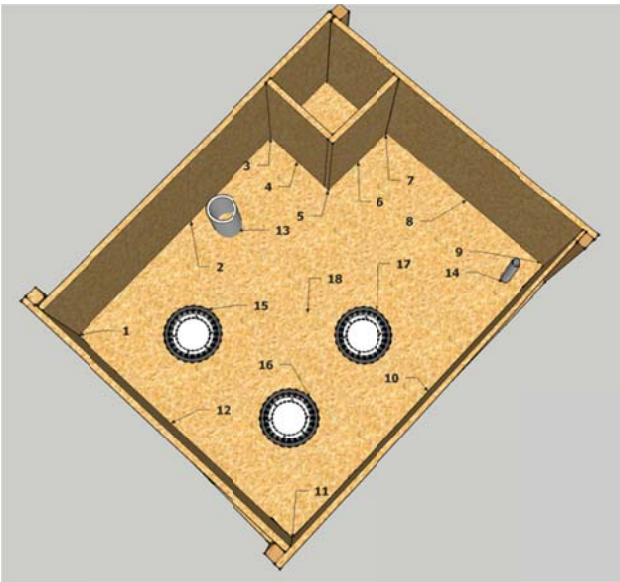
För limning av överlappsskarv, skarvremsor, hörn och rörmanschetter användes produkten B. Produkten B är att beteckna som en självhärdande produkt.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 7 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning finns i monteringsanvisningen.

6.12.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

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

6.13 Tätskiktssystem nr. 13

6.13.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. På grund av att detta system med härdande lim är helt nytt så levererades folielimmet i en omärkt plåtburk.

Denna monteringsanvisning saknar anvisningar för brunnar med klisterfläns, istället har muntliga instruktioner från tillverkaren använts.

För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en torkande produkt.

För limning av överlappsskarv, skarvremsor, hörn och rörmanschetter användes produkten B. Produkten B är att beteckna som en självhärdande produkt.

Monteringsanvisningen saknar rekommendationer om torktid från inläggning till normal användning. 7 dygns torktid har använts vid provningen efter muntlig överenskommelse med tillverkaren.

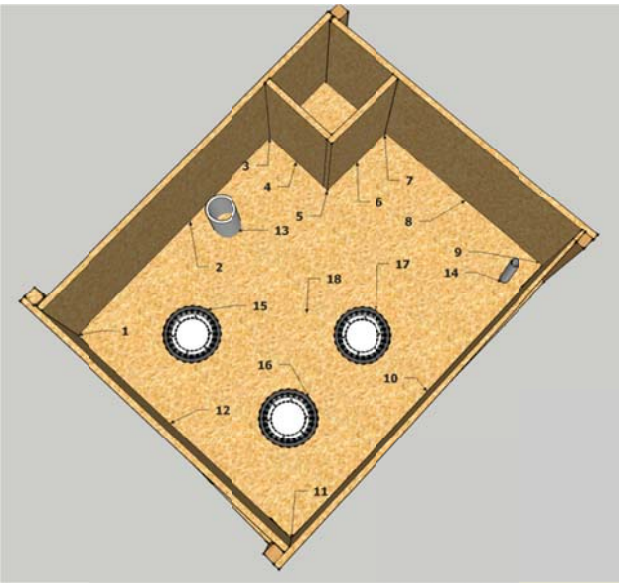
6.13.2 Resultat vid funktionsprovning

Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden, inget vattenläckage kunde konstateras.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
1	Innerhörn		X
2	Golv-vägg vinkel		X

Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 15: En större blöt fläck noterades på en sida av monteringsplattan, ca 30 x 5-10 cm. Även på de övriga tre sidorna fanns mindre fuktiga partier med uppsvälld spånskiva. Dessa delar var dock nästan torra så läckaget verkar ha uppstått i ett tidigare skede och sedan avstannat, se även foton. Eventuellt kan läckaget hänga ihop med att det är mycket liten överlappning mellan brunnsmanschetten och monteringsplattan.

Foto från demonteringen av tätskiktssystemet

Läckage kring Purusbrunnen. Endast den vänstra sidan är riktigt blöt, de övriga tre har en förhöjd fukthalt och en uppsvällning i spånskivan inom de rödmarkerade områdena.

6.14 Tätskiktssystem nr. 14

6.14.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkaren monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras, därför har en Blücherbrunn med klämring använts istället.

För limning av folie och alla detaljer har produkten A använts. Limmet är att beteckna som att vara av torkande typ.

Monteringsanvisningen rekommenderar torktiden som systemet kräver innan det får vattenbegjutas till 7 dygn. Rekommendationen har följts vid inläggningen.

Den aktuella skarvremsan är en fiberremsa som förmodligen inte är vattentät vilket är ett krav i Byggkeramikrådets godkännande. I monteringsanvisningen omtalas skarvremsan som att ska vara ”vatten- och ångtät”. Ett enkelt prov med att hälla vatten i en fördjupning av skarvremsan gav som resultat att vatten droppar snabbt igenom remsan.

I monteringsanvisningen finns två alternativa utföranden för golv-väggvinkeln. Antingen med skarvremsa eller genom att dra ut väggfolien minst 5 cm på golvet. I detta fall har skarvremsa använts.

Rörmanschetterna har dålig elasticitet och de är svåra att få att sluta helt tätt kring avloppsrören.

Brunnsmanschettens gummerade del har förhållandevis liten diameter. Detta gör att överlappningen mellan brunnsmanschetten och det uppskurna hålet i golvfolien kring brunnen blir liten.

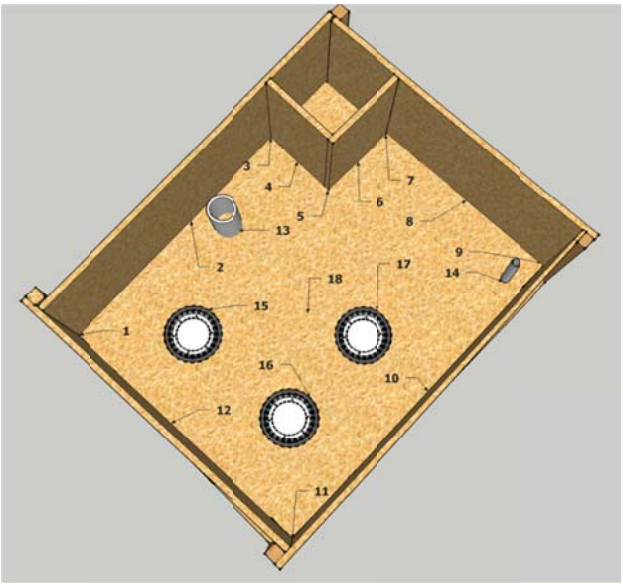
6.14.2 Resultat vid funktionsprovning

Efter 853 cykler noterades ett läckage kring DN50 röret.
Efter 1079 cykler noterades läckage vid Purus- och Jafobrunnarna samt att mittskarven på golvet har bågnat.
Efter 1438 cykler var det blött vid ytterhörnet.
Efter 1506 cykler var det även blött vid innerhörnet bakom DN50 röret.

Det sista provningsmomentet med vattenfyllning upp till höjden 100 mm över golvet i 7 dygn utfördes inte då det inte ansågs meningsfullt på grund av att det redan fanns stora läckage.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

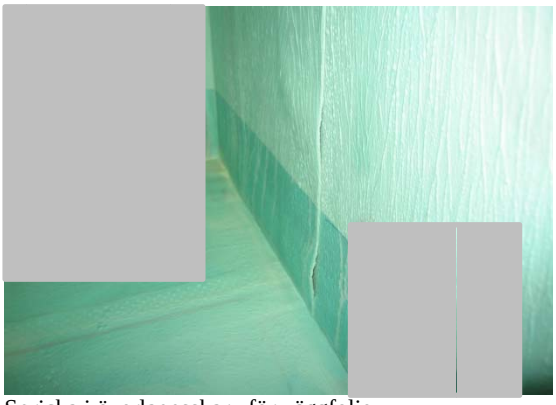
Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
1	Innerhörn	X	
2	Golv-vägg vinkel	X	
3	Innerhörn	X	
4	Golv-vägg vinkel	X	
5	Ytterhörn	X	
6	Golv-vägg vinkel	X	
7	Innerhörn	X	
8	Golv-vägg vinkel	X	
9	Innerhörn	X	
10	Golv-vägg vinkel	X	
11	Innerhörn	X	
12	Golv-vägg vinkel	X	
13	Stort avloppsrör, DN110	X	
14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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Stora delar av golvet var mycket blöta trots att provningen avbröts i förväg. Se även foton.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet


Spricka i överlappsskarv för väggfolie.

Sprickor vid avloppsrör 110 mm.

Blöta partier på golvet efter rivning.

Blöta partier på golvet efter rivning.

6.15 Tätskiktssystem nr. 15

6.15.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücherbrunnen har istället en separat skriftlig anvisning från tillverkaren använts.

För limning av folie och alla detaljer har produkten A använts. Limmet är att beteckna som att vara av självhärdande typ.

Monteringsanvisningen saknar direkta rekommendationer angående torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning. Efter muntliga besked från tillverkaren har 5 dygns torktid använts vid provningen.

6.15.2 Resultat vid funktionsprovning

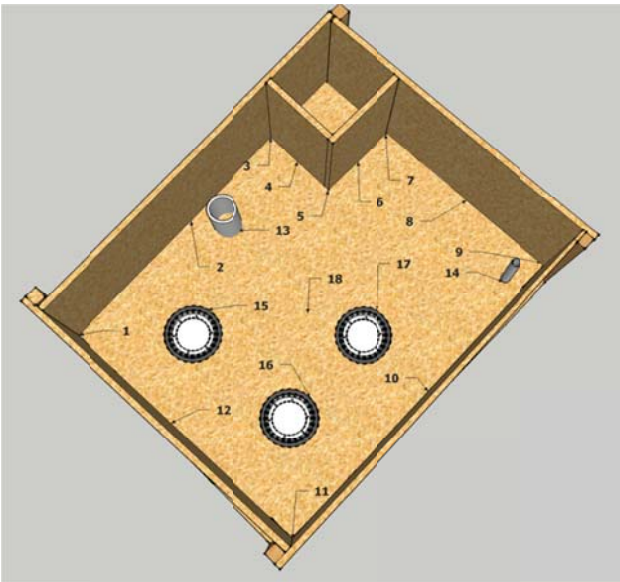
Efter 1235 cykler konstaterades att tätskiktsfolien eller brunnsmanschetten hade släppt från Blücherbrunnen.

Efter 1424 cykler avbröts provningen eftersom större delen av golvet var blött och fortsatt provning bedömdes som meningslös.

Det sista provningsmomentet med vattenfyllning upp till höjden 100 mm över golvet i 7 dygn utfördes inte.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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	



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Det största läckage har varit kring Blücherbrunnen och mycket stora delar av golvet är blött. För de övriga delarna som hänger samman med detta blöta parti går det inte att dra några säkra slutsatser. Det finns dock några små läckage som inte hänger samman med det stora läckaget.

Punkt 1: Litet fristående läckage vid innerhörnet, ca 10x5 cm.

Punkt 12: Litet fristående läckage vid golv-väggvinkel, ca 8x4 cm.

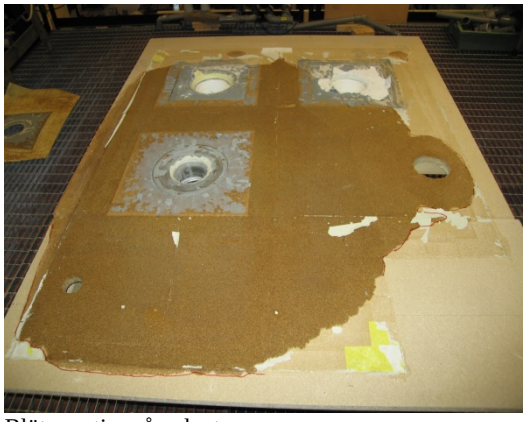
Det finns även två små fuktiga fläckar med diameter ca 3 respektive 6 cm på väggytan bakom det stora avloppröret. Båda ställena finns 5 cm upp på väggen, det vill säga där skarvremsan slutar.

Se även foton.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Blücherbrunnen, separation mellan brunnsmanschetten/folien och den rostfria brunnen.

Blücherbrunnen, brunnsmanschetten har till stora delar släppt från brunnsflänsen.


Blöta partier på golvet.

Två små fuktiga partier på väggen bakom avloppsrör 110 mm.

6.16 Tätskiktssystem nr. 16

6.16.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monterings-anvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher-brunnen har istället monteringen gjorts enligt muntliga uppgifter från tillverkaren.

För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en torkande produkt.

För limning av skarvremsor, hörn och rörmanschetter användes produkten B. Produkten Bär att beteckna som en självhärdande produkt.

Enligt monteringsanvisningen kan överlapp, manschetter, hörn och skarvremsor limmas med både produkten A och produkten B. Vid provningen har endast produkten B använts för dessa.

Monteringsanvisningen rekommenderar 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning. Detta har använts vid provningen.

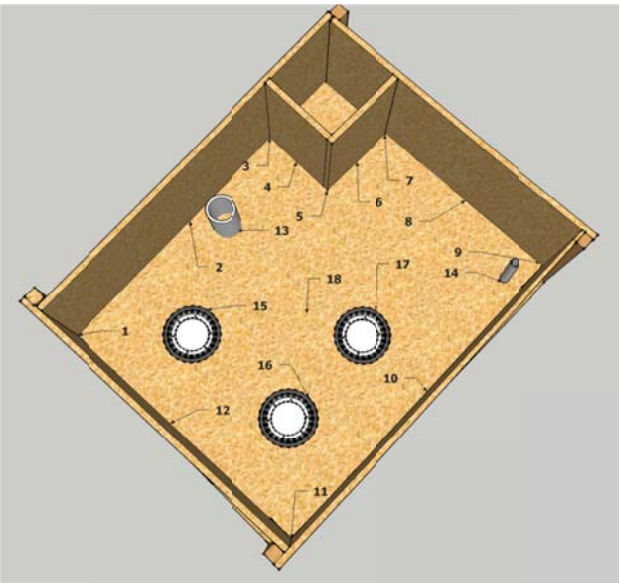
6.16.2 Resultat vid funktionsprovning

Efter 61 cykler noterades ett läckage under Purusbrunnen. Det droppar från monteringsplattan.
Efter 357 cykler noterades ett läckage vid stora avloppsröret DN110 samt under Jafobrunnen.
Efter 1500 cykler noterades att det var blött på golvet utanför lådan på långsidan bakom det stora avloppsröret DN110 och på kortsidan mellan Purus- och Jafobrunnarna. Det fanns även ett stort läckage under Purusbrunnen, ca 1 droppe per sekund.

Det sista provningsmomentet med vattenfyllning upp till höjden 100 mm över golvet i 7 dygn utfördes inte på grund av de stora läckage som redan hade uppstått.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

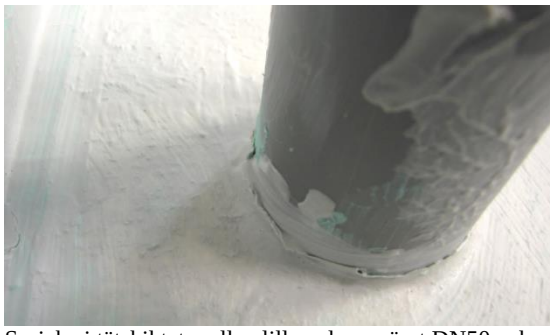
Kontrollpunkt	Placering	Läckage	Inga läckage
1	Innerhörn	X	
2	Golv-vägg vinkel	X	
3	Innerhörn	X	
4	Golv-vägg vinkel	X	
5	Ytterhörn	X	
6	Golv-vägg vinkel	X	
7	Innerhörn	X	
8	Golv-vägg vinkel	X	
9	Innerhörn	X	
10	Golv-vägg vinkel	X	
11	Innerhörn	X	
12	Golv-vägg vinkel	X	
13	Stort avloppsrör, DN110	X	
14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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Hela golvytan innanför väggarna var blött. Läckage har med säkerhet förekommit vid rörmanschetter och golvbrunnar, för övriga delar går det inte att dra några säkra slutsatser då allt är blött. Se även foton.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet



Spricka i tätskiktet mellan lilla avloppsröret DN50 och brunnsmanschetten.

Spricka i tätskiktet mellan stora avloppsröret DN110 och brunnsmanschetten.

Blöta golvpartier efter borttagning av tätskiktet.

Blöta golvpartier på lådans undersida.

6.17 Tätskiktssystem nr. 17

6.17.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning.

Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning.

Monteringsanvisningen beskriver endast golvbrunnar med klämringar, därför har endast sådana brunnar använts.

När skarvar görs med överlapp ska överlappet vara 50 mm. Markeringen på folieduken är dock bara 35 mm vilket inbjuder till felaktig montering. För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en torkande produkt.

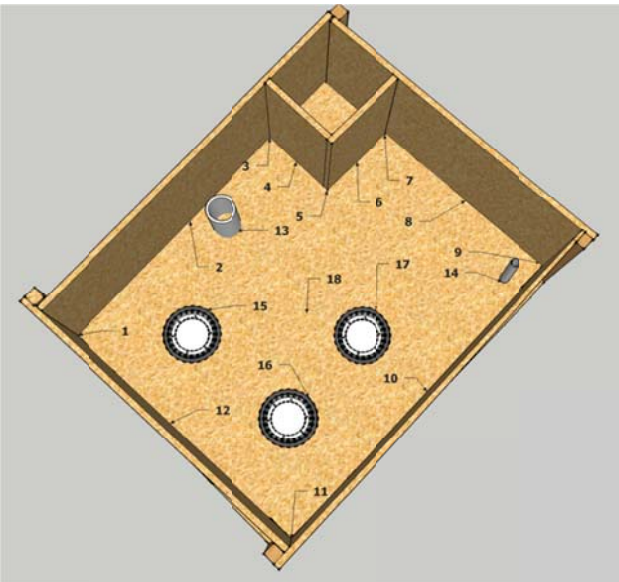
För limning av skarvremsor, hörn och rörmanschetter användes produkten B. Produkten B är att beteckna som en självhärdande produkt.

6.17.2 Resultat vid funktionsprovning

Efter 835 cykler noterades dock att spånskivan hade svällt vid mittskarven på golvet och efter 1216 cykler fanns det även svällningar vid golv-väggvinkeln bakom Blücher-brunnen.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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	

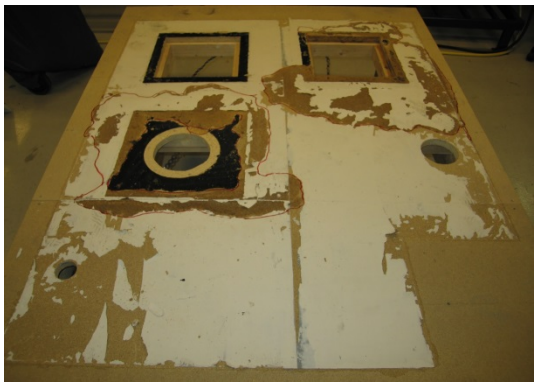


Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Punkt 2: Läckage längs ca 40 cm av golv-väggvinkeln.
Punkt 10: Två små läckage på mitten av golv-väggvinkeln.
Punkt 15: Blött kring 3 av 4 sidor av monteringsplattan
Punkt 17: Ett litet blött parti, längd ca 5 cm, vid brunnsflänsen.

Punkt 18: Två blöta partier under mittskarven på golvet, längd ca 10 resp. 20 cm. Från dessa två läckageställen har vattnet spridit sig över två stora golvpartier. Eventuellt är det endast på dessa två ställen som det har varit vattenläckage och att vattnet har spridit sig från dessa till de övriga läckagepunkterna. Detta går dock inte med säkerhet att fastställa.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet



Hela golvytan efter rivning av tätskiktet, två stora läckageställen rödmarkerade.

Hela golvytan efter rivning av tätskiktet, två stora läckageställen rödmarkerade.

Mindre blött parti vid Blücherbrunnen (svart är torrt).

Blött på tre sidor runt monteringsplattan vid Purusbrunnen.

6.18 Tätskiktssystem nr. 18

6.18.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. Denna monteringsanvisning saknar information om hur en klisterflänsbrunn ska monteras. För Blücher brunnen har istället monteringsanvisningen för Unidrain Line använts då dessa golvbrunnskonstruktioner är mycket lika. Enligt monteringsanvisningen ska överlappsskarvar limmas med produkten A. Detta finns dock endast i storförpackning (hink) så därför har på förslag av SP istället produkten A1 använts. De båda limmen är likvärdiga enligt uppgift från tillverkaren.

Som lim för tätskiksfolien har produkten B använts. Produkten B är ett rollbart våtrumsmembran. Skarvförseglingen har skett med produkten A som härdar med hjälp av fukt i luften. Produkten A är att beteckna som att vara av självhärdande typ.

Efter installationen fick tätskiktet torka i 5 dygn vid normal rumstemperatur innan provningen startades. Uppgift om torkningstid före vattenbegjutning saknades i monteringsanvisningen och har erhållits muntligen av tillverkaren.

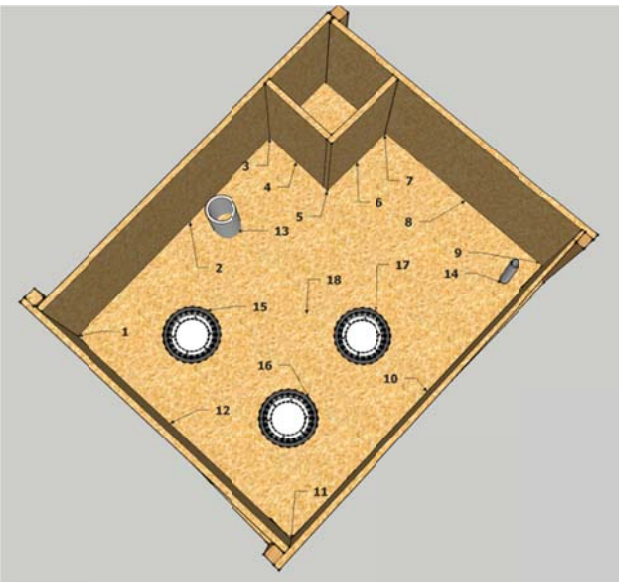
Inläggning av tätskiktet gjordes 2014-01-30 av personal från SP under överinseende av personal från tillverkaren.

6.18.2 Resultat vid funktionsprovning

Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan på nytt med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Efter ca 1 dygn konstaterades ett vattenläckage kring det stora avloppsröret, DN110. Det var blött på undersidan av golvspånskivan 1-2 cm ut från röret ytterdiameter.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Blöta partier upptäcktes i golv-väggvinkeln på alla väggpartier, det var inte blött hela vägen runt lådan men mycket stora partier var blöta. Det var mera blött på väggpariet än i golvet vilket tyder på att läckaget har uppstått på väggdelarna.

Ett större område kring avloppsröret DN110 var blött, mest troligt är att läckaget har uppstått mellan avloppsröret och rörmanschetten. I utrymmet mellan dessa fanns det fritt vatten. På baksidan av avloppsröret fanns det lite limrester kvar på röret, dessa kan ha gjort att manschetten inte sluter tätt mot röret.

Av de upptäckta läckagen var det endast det vid DN110 röret som var synligt på utsidan av spånskivorna.

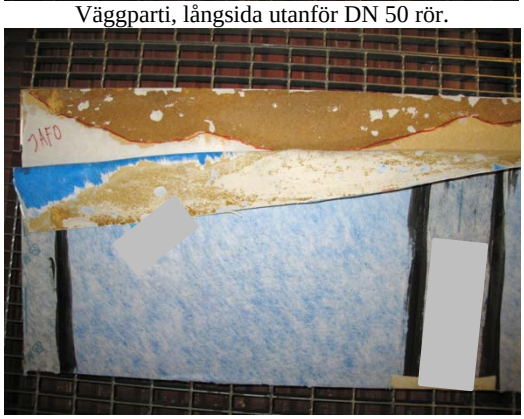
Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Provlådans golv efter demontering av tätskikt. Blöta partier är mörkbruna och markerade med röd tusch.

Provlådans golv efter demontering av tätskikt. Blöta partier är mörkbruna och markerade med röd tusch.

Väggparti, långsida utanför DN 50 rör.

Väggparti från ytterhörnet.



Väggparti, långsida utanför Jafobrunn.

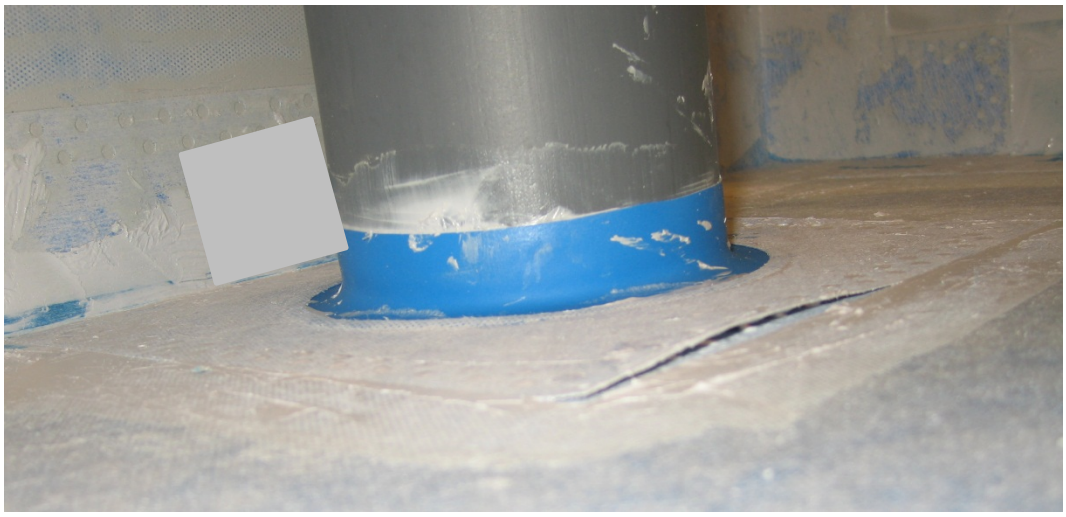
6.19 Tätskiktssystem nr. 19

6.19.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. För limning av folie och alla detaljer har produkten A använts. Limmet är att beteckna som att vara av torkande typ.

Monteringsanvisningen saknar uppgifter om hur lång torktid som systemet kräver innan det får vattenbegjutas. SP har valt 7 dygns torktid från inläggningsdag till första vattenfyllning.

Rörmanschetterna var svåra att montera. De ville inte fästa riktigt mot golvet trots extra limning, se foto nedan. Rörmanschettens kant limmades ytterligare en gång dagen efter.



Glipa mellan rörmanschett 110 mm och golv.

Glipa mellan rörmanschett 50 mm och golv.

Monteringsanvisningen är lite otydlig på hur överlapp mellan golv-väggremsor ska göras i hörnen, speciellt gäller detta ytterhörnet.

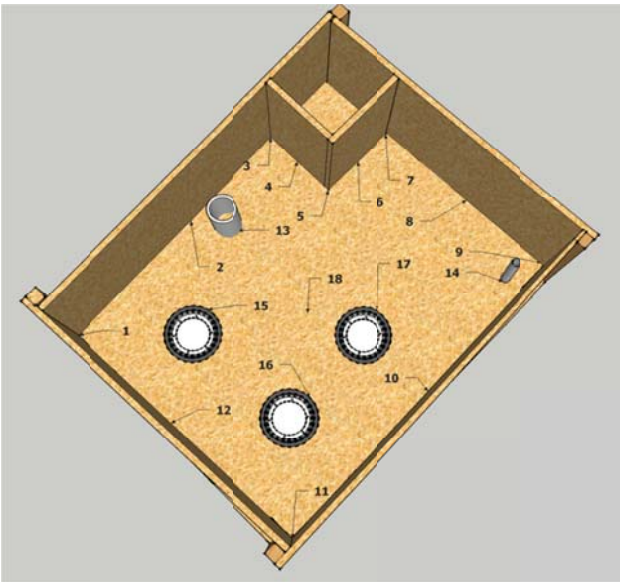
6.19.2 Resultat vid funktionsprovning

Vid slutet av cyklingsperioden, om 1500 cykler, konstateras ett vattenläckage kring det stora avloppsröret vid inspektion från undersidan. Läckaget var så stort att det droppade ner på golvet där en pöl bildades. Det noterades även stora blåsor i skarvremsorna i golv-väggvinklarna. Remsorna verkar ha släppt från underlaget på långa sträckor.

Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan på nytt med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden. Efter ca 1 dygn konstaterades att ett vattenläckage kring det stora avloppsröret hade minskat. Det hade slutat att droppa men det var fortfarande blött i spånskivan.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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



Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Det fanns ett blött parti i spånskivan kring avloppsröret DN110, bredd ca 3 cm utanför röret. Det var även blött i spånskivan mellan avloppsröret och väggvinkeln (blöt längd ca 30 cm) samt på en mindre del av väggspånskivan.

Vid i stort sett samtliga skarvremsor var det mer eller mindre blött under skarvremsans mittparti. Limmet hade torkat kring remsans perforering men i mitten var det på några ställen mycket blött, fritt vatten rann fram när konstruktionen skars upp. Det var dock torrt i de underliggande spånskivorna. Samma blöta partier finns även under inner- och ytterhörn. Vidhäftningen mellan skarvremsor och folie var mycket dålig eftersom limmet inte hade torkat.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Veck i skarvremsan på golvet bakom avloppsröret DN110 mm.

Blött parti på golvet kring avloppsröret DN110 mm.

Blött parti i golv-väggvinkel bakom avloppsröret DN110 mm.

Blött under skarvremsor vid ytterhörn, det är dock torrt i underliggande spånskivor.

Blött under skarvremsor vid innerhörn, det är dock torrt i underliggande spånskivor.

6.20 Tätskiktssystem nr. 20

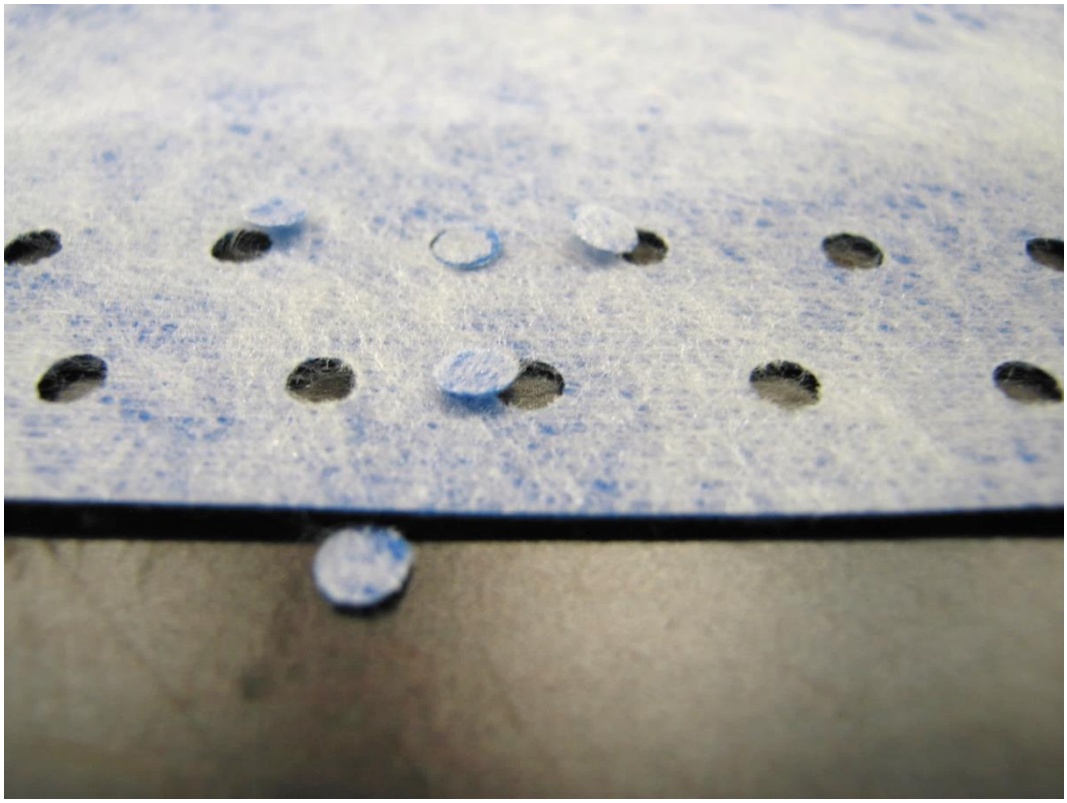
6.20.1 Montering

Monteringen har utförts enligt tillverkarens monteringsanvisning. För limning av folie till underlag användes produkten A. Produkten A är att beteckna som en torkande produkt.

För limning av överlappsskarv, skarvremsor, hörn, rör- och brunnsmanschetter användes produkten B. Produkten Bär att beteckna som en självhärdande produkt.

Uppgifter om torktid finns i monteringsanvisningen. Vattenbelastning kan ske 7 dygn efter fogning av kakelplattor. SP har använt torktiden 7 dygn efter inläggning av tätskiktet till första vattenbelastning.

I skarvremsor, hörn och rörmanschetter finns det små hål utstansade, förmodligen för att underlätta torkningen. Speciellt för skarvremsorna var utstansningen dåligt genomförd så att det utstansade materialet delvis hänger kvar i hålkanten, se foto nedan. Detta gäller för båda två av de rullar med skarvremsor som har köpts in. De flesta av de utstansade hålen rensades bort av SP innan skarvremsorna användes, dock kan det fortfarande ha funnits några kvar som kan ha lagt sig som en liten förhöjning på baksidan av remsorna och försvårat limningen av dessa.



6.20.2 Resultat vid funktionsprovning

Funktionsprovningen startades med att utrymmet i provlådan fylldes med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 24 h. Vid inspektion från utsidan av provlådan konstaterades ett litet vattenläckage på långsidan, ca 20 cm från hörnet bakom Jafobrunnen, längd ca 20 cm. Ett försök att täta läckan gjordes av SP genom att lägga på mera av produkten B i golv-väggvinkeln på lådans insida. Därefter fortsatte funktionsprovningen.

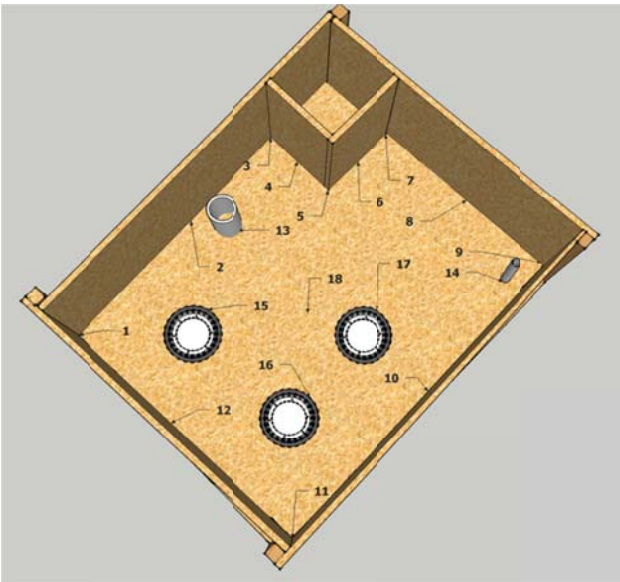
Efter 874 cykler konstaterades att skarvremsorna i golv-väggvinkel har släppt på flera ställen och att spånskivan är uppsvälld. Det finns dock inget synligt läckage på utsidan förutom det tidigare nämnda.

Som sista provningsmoment fylldes utrymmet i provlådan på nytt med vatten upp till höjden 100 mm över golvet och kvarhölls i 7 dygn. Inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provningstiden.

Efter 1 dygn noterades en liten blöt fläck på kortsidans golv bakom Purusbrunnen.
Efter 6 dygn noterades att det var blött på golvet längs hela långsidan mellan Jafobrunnen och lilla avloppsröret, DN50, samt att brunnsmanschetten till DN50-röret hade spruckit.

Vid funktionsprovningens avslutande inspektion efter eventuella läckage noterades följande läckage:

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	



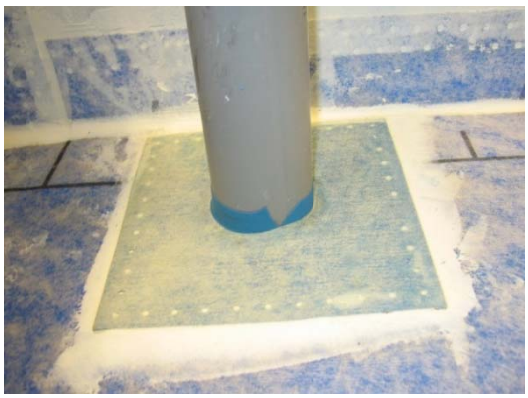
Iakttagelser vid demontering av tätskiktssystemet

Mycket stora delar av golvytan är blöt, det är därför svårt att dra slutsatser om exakt var det har läckt. Dock kan det konstateras att brunnsmanschetten kring det lilla avloppsröret har spruckit och att detta förmodligen har orsakat ett stort läckage i den delen av lådan. Det finns dock ett flertal mindre fristående läckageställen som indikerar att det har varit problem även på andra ställen. Se även foton.

Foton från demonteringen av tätskiktssystemet

Läckage utsida bakom Jafobrunnen efter första vattenfyllning.

Försök till lagning med ett extra lager av produkten B kring skarvremsan i golv-väggvinkel bakom Jafobrunnen.


Spricka i rörmanschett vid lilla avloppsröret DN50

Stora blöta partier på golvet vid rivning av tätskiktet.

7 Slutsats och diskussion

7.1 Funktionsprovning

Det är ett nedslående resultat att en så stor andel, 85 procent, av de funktionsprovade tätskiktssystemen uppvisar läckage, detta är inte acceptabelt.

Endast tre av de tjugo undersöka tätskiktssystemen av folietyp klarade funktionsprovningen utan läckage.

För sex system var läckagen så omfattande att man kan tala om en totalskada, det vill säga det fanns läckage på nästa alla kontrollpunkter. Det är värt att notera att fyra system, av de sex systemen med totalskada, är uppbyggda med mer eller mindre identiska komponenter när det gäller folie och tätningsdetaljer (private label).

Hos elva av tätskiktssystemen fanns läckage i något mindre omfattning, på ett eller flera ställen.

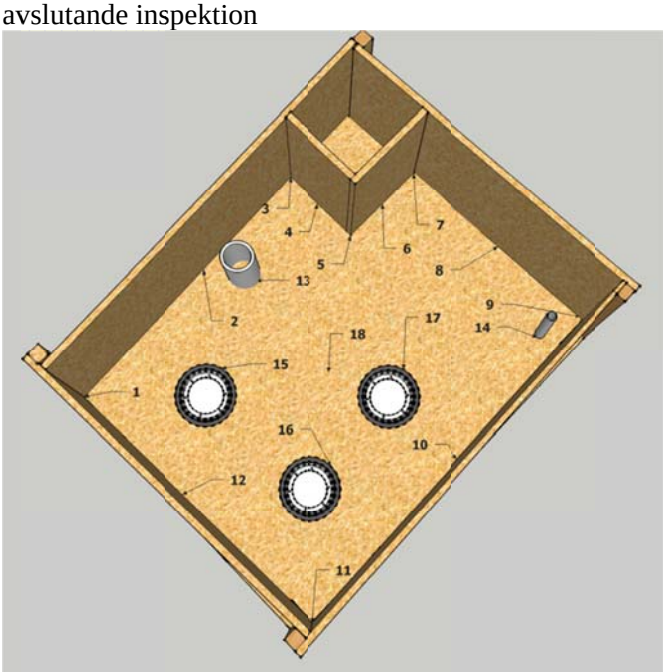
Sammanfattning av resultat vid funktionsprovning

Tätskikt-system nr		Kontrollpunkt nr.																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	SH				X							X	X						
2	SH			X										X	X			X	
3	SH					X													
4	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	T											X	X						
6	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
7	T		X			X				X			X			X	X	X	
8	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	SH		X			X			X		X		X	X	X				
10	SH	Inga läckage																	
11	SH	Inga läckage																	
12	SH	Inga läckage																	
13	SH															X			
14	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	SH		X	X	X		X	X				X							
16	SH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	SH		X								X					X		X	X
18	SH	X	X	X		X		X	X		X	X		X					
19	T		X											X					
20	SH	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

X = Läckage SH = Självhärdande lim T = Lim av torkande typ

För definition av ordet ”läckage” se i kapitel orientering på sidan 8.

Placering av kontrollpunkter vid funktionsprovningens avslutande inspektion



Kontroll-punkt nr.	Placering
1	Innerhörn
2	Golv-vägg vinkel
3	Innerhörn
4	Golv-vägg vinkel
5	Ytterhörn
6	Golv-vägg vinkel
7	Innerhörn
8	Golv-vägg vinkel
9	Innerhörn
10	Golv-vägg vinkel
11	Innerhörn
12	Golv-vägg vinkel
13	Stort avloppsrör, DN110
14	Litet avloppsrör, DN50
15	Vid Purusbrunn
16	Vid Jafobrunn
17	Vid Blücherbrunn
18	Vid mittskarv

De tre system som klarade funktionsprovningen utan läckage hade alla lim av själv-härdande typ för skarvar och tätningsdetaljer. Detta är i linje med våra erfarenheter från tidigare genomförda projekt. Det är mot denna bakgrund förvånande att flera system av självhärdande typ för skarvar och tätningsdetaljer har omfattande läckage. Den slutsats man kan dra av detta är att flera av systemen med självhärdande limmer ännu inte är tillräckligt utprovade. Flera av de provade systemen har små eller inga säkerhetsmarginaler.

Det är förvånande att flera av de provade systemen fortfarande gör anslutning till golvbrunn genom att klippa upp folien så att endast brunnsmanschetten går ner i golvbrunnen. I SP Rapport 2011:01 Tätskikt i våtrum - funktionsprovning av foliesystem (3) framgår det tydligt att montage av denna typ är mycket olämplig och kan leda till omfattande läckage.

Flera av funktionsprovningarna har avbrutits i förtid då det har ansetts meningslöst att fortsätta provning på grund av stora läckage

Tio av de funktionsprovade tätskiktsystemen uppvisar läckage vid demontering av tät-skiktfolien. Detta trots att inspektion av lådans utsidor har gjorts under hela provnings-tiden och inget vattenläckage kunde konstateras. Detta faktum gör att vi anser att det är helt nödvändigt att ta bort tätskiktet för att kunna utföra inspektion efter eventuella läckage. Läckagen har i flera fall haft en sådan omfattning att om de hade uppkommit i en verklig byggnad hade de lett till allvarliga fukt- och vattenskador.

Vi ser detta som ett allvarligt problem då det i den ursprungliga provningsmetoden (13) inte finns, konstigt nog, något krav på att man ska demontera provuppställningen och ta bort tätskiktet för inspektion av eventuella läckage. I provningsmetoden (13) finns det text om att tätskiktet ska ”företrädesvis” ska tas bort vid inspektion efter eventuella läckage. Vid vissa provningsinstitut i Europa görs tolkningen att tätskiktet inte ska tas bort vid den avslutande inspektionen. Dessa provningar har sedan legat till grund för olika godkännanden och CE-märkning.

Flera av systemen visar på vidhäftningsproblem vid limning till klisterflänsen hos Blücherbrunnen.

Vi har noterat att stor variation i kvaliteten hos brunnsmanschetter hos de olika fabrikaten.

7.2 Bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt

Bestämningarna av vattenånggenomgångsmotstånd visar på stor variation mellan de olika folierna. Mätningarna ger resultat från 2 100 000 s/m till 5 500 000 s/m. Vilket innebär att alla har ett högt eller mycket högt vattenånggenomgångsmotstånd.

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

7.3 IR och DSC-analys

7.3.1 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 (400-4000 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.

Resultaten kan sammanfattas enligt följande: Material nummer 1-9 och 12-17 innehåller polyeten i mitten av folien. Mittenfolien i material nr 12-17 innehåller polypropen och i vissa fall sannolikt sampolymeriserad med eten.

De spektra som har tagits upp i detta projekt kommer framöver att användas som referensspektra för att kontrollera att materialen inte förändras i framtiden.

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

7.3.2 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.

Vid ca 200 °C oxideras ca hälften av proverna mycket snabbt, det vill säga de bryts ner i syrgasatmosfär. Tidigare erfarenheter har visat att polyetenmaterial som är väl stabiliserade med fenoliska antioxidanter för att klara en lång användningstid har högre induktionstemperaturer (från 210 °C och uppåt).

På grund av de låga värdena på induktionstemperaturen hos flera av de analyserade materialen rekommenderas en utredning kring beständigheten hos tätskikten. Frågor som hur länge de ska hålla, vilken miljö de utsätts för i form av pH-värde och användningstemperatur mm behöver få ett svar. Utifrån användningsmiljön behöver man ta fram en realistisk åldringsmetod som motsvarar den tid man önskar att tätskiktet ska hålla. Materialen bör åldras och lämpliga egenskaper undersökas som verifierar tätheten hos produkterna och som visar att de behåller sina ursprungliga egenskaper.

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

8 Litteraturförteckning

1. **Vattenskadecentrum.** www.vattenskadecentrum.se. *Om Vattenskadecentrum.* [Online] den 18 Augusti 2014. http://www.vattenskadecentrum.se/om-vattenskadecentrum/.

2. **Nohrstedt, Linda.** Vattenskador kostar tio miljarder. *www.nyteknik.se.* [Online] den 18 Augusti 2014. http://www.nyteknik.se/nyheter/bygg/byggartiklar/article3459050.ece.

3. **Jansson, Anders och Samuelsson, Ingemar.** *SP Rapport 2011:1 Tätskikt i våtrum - funktionsprovning av foliesystem.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2011.

4. **Jansson, Anders.** *SP Rapport 2012:23 Delreparation av tätskiktsfolier och plastmatta för keramiska våtrumskonstruktioner.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2012.

5. **Boverket.** www.boverket.se. [Online] den 27 Februari 2014. http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/CE-markning-och-marknadskontroll/Korta-fakta-om-CE-markning/.

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 12 (BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2006:22.* Karlskrona : Boverket, 2006.

8. **Jansson, Anders.** *SP Rapport 2006:46 Tätskikt bakom kakel i ytterväggar.* Borås : SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, 2006.

9. **Boverket.** *Boverkets byggregler BBR 19 (BFS2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2011:26).* Karlskrona : Boverket, 2011.

10. **Byggkeramikrådet.** *BBV 10:1 Byggkeramikrådets branschregler för våtrum.* Stockholm : Byggkeramikrådet, 2010.

11. **Byggkeramikrådet.** *BBV 14:1 Byggkeramikrådets branschregler för våtrum.* Stockholm : Byggkeramikrådet, 2014.

12. **Byggkeramikrådet.** www.bkr.se. *Tätskiktssystem.* [Online] den 18 Augusti 2014. http://www.bkr.se/for-vagg.aspx.

13. **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 penatrations and other details in wet romm floors with flexibel substrate.* Bryssel : European Organisation for Technical Approvals , 2005.

14. **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.** *SP-metod 5111 Vattentäthet runt genomföringar och andra detaljer i våtrumsgolv på flexibelt underlag.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013.

15. **Nordtest.** *NT Build 230 Bathromm Floors: Water tightness.* Espoo : Nordtest, 1995.

16. **Brandt, Erik.** *SBI Notat 83 Prøvningsmetoder vedrørende vægge og gulve, Bedømmelse af gulves vandtæthed efter lang tids brug i vådrum.* Hørsholm : Statens Byggeforskningsinstitut, 1979.

17. **SIS Swedish Standards Institute.** *SS-EN ISO 23997:2012 Golvmaterial – Halvhårda golv – Bestämning av ytvikt per area.* Stockholm : SIS Swedish Standards Institute, 2012.

18. **SIS Swedish standard institute.** *SS-EN ISO 12572 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggmaterial och byggprodukter - Bestämningav permeabilitet för vattenånga.* Stockholm : SIS Swedish standard institute, 2001.

SP-METOD **5111** Utgåva 1

2013-10-04

Vattentäthet runt genomföringar och andra detaljer i våtrumsgolv på flexibelt underlag

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857 SE-501 15 Borås

SP-METOD 5111

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

1. OMFATTNING 4

2. ANVÄNDNINGSOMRÅDE 4

3. REFERENSER 4

4. DEFINITIONER 4

5. PROVUPPSTÄLLNING 4

6. PROVNINGSMETOD 7

6.1. PRINCIP 7

6.2. UTRUSTNING 7

6.3. UTFÖRFARANDE 7

6.4. REDOVISNING AV RESULTATEN 9

7. PROVNINGSRAPPORT 9

SP-METOD 5111

1. Omfattning

Syftet med denna provningsmetod är att utvärdera förmågan hos normalt använda detaljer - såsom golvbrunnar, rörgenomföringar 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.

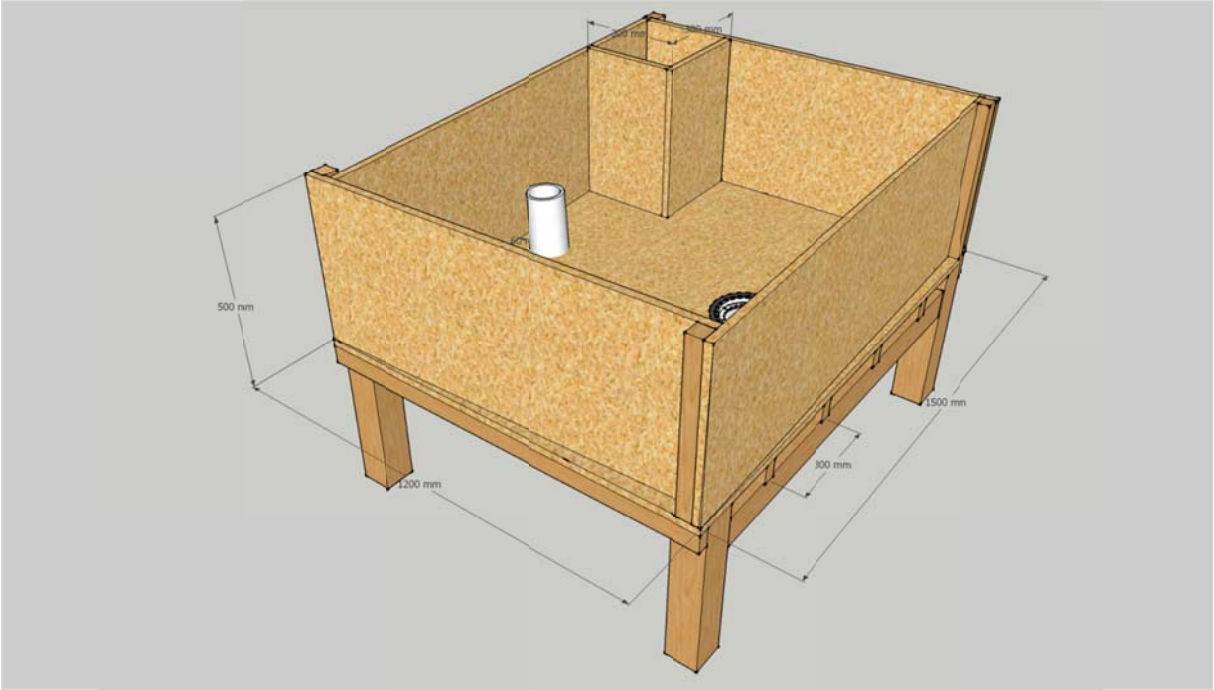
4. Definitioner

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

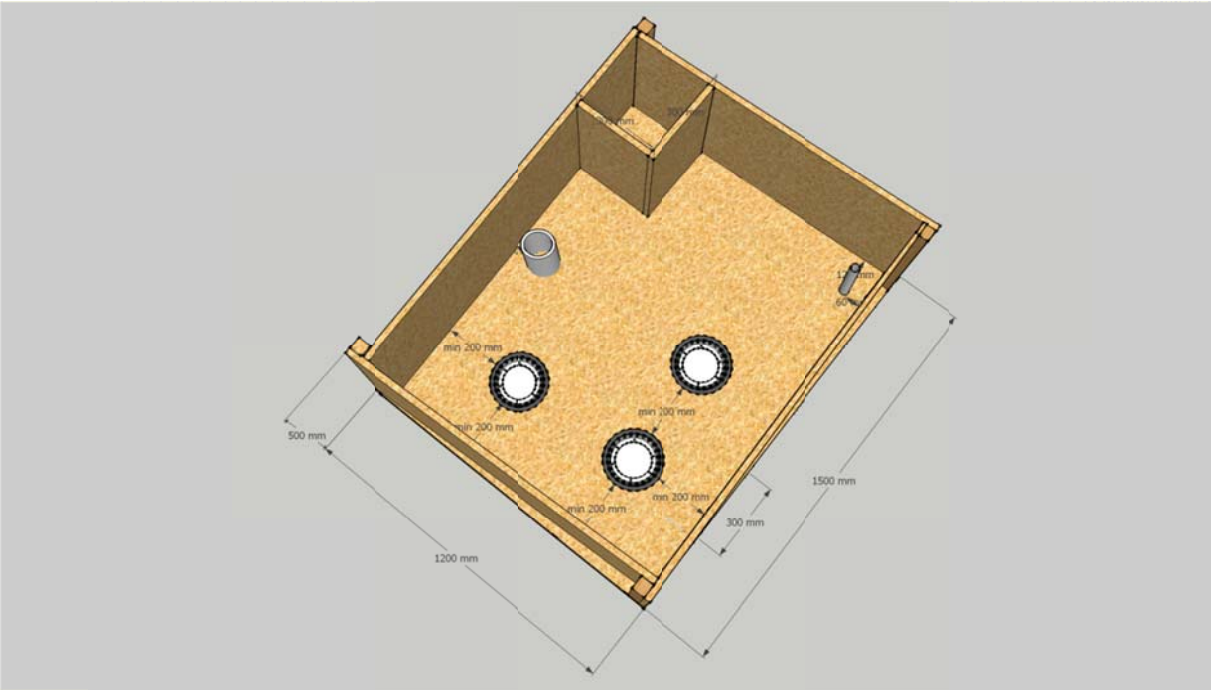
5. Provuppställning

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

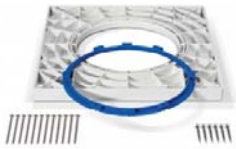


Figur 2. Vy från ovan. I figuren visas endast schematiskt typ av golvbrunn, för information om typ av golvbrunnar se text nedan.

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 fästs till golvet med skruvar.

SP-METOD 5111

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

Golvbrunn av rostfritt stål med fläns för montering av manschett eller membran. Blücher justerbar duschbrunn square RSK nr. 711 93 88	
Golvbrunn av plast med skruvad klämring Jafo PB75 MP RSK nr. 711 31 39 som monteras tillsammans med monteringsplatta Jafoplattan 22 RSK nr. 713 38 28	 
Golvbrunn av plast med fjäderbelastad klämring Purus Brage 75 PP RSK 711 39 30 som monteras tillsammans med monteringsplatta Pursuplattan 300 Multi RSK nr. 713 36 30	

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 förses 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 rörgenomföringar 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.

Vattentätningsmembran som normalt används med skyddande skikt, t.ex. keramiska plattor, provas utan detta skydd om inte något annat har överenskommits med godkännande organ, 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. Provningsmetod

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 skitet.

> *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.

SP-METOD 5111

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 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±3°C) under 60 sekunder
- Paus under 60 sekunder
- Kallt vatten (10±3°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±3°C) under 60 sekunder
- Paus under 60 sekunder
- Kallt vatten (10±3°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.

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

Resultat från bestämning av vattenånggenomgångsmotstånd och ytvikt

Bakgrund

Materialen som analyseras i detta projekt kommer förhoppningsvis att studeras under flera års tid och för att få en förståelse för om och i så fall hur tillverkare eventuellt ändrar på sina material vill vi kontrollera om ånggenomgångsmotståndet och ytvikten hos tätskikten förändras.

Vi har därför bestämt ånggenomgångsmotståndet och utfört ytviktsbestämningar på de tätskikt som ingår i projektet.

Bestämning av ånggenomgångsmotstånd

Ånggenomgångsmotståndet har bestämts enligt SS EN-ISO 12572 ”*Hydrothermal performance of building materials and products – Determination of water vapour transmission properties*”. Enligt Boverket byggregler (9) ska 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 folie 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 folien monterades i en tom kopp. Denna kopp används sedan som en referens då man väger och bestämmer viktminskningen hos ”kopparna”. Med hjälp av denna viktminskning, arean på provkropparna samt ångtrycket på bägge sidor om proverna kan därefter produktens 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.

Förutsättningar

Beräkningarna för ånggenomgångsmotståndet är baserade på följande antaganden:

Gaskonstanten för vattenånga, R_v = 461,51 Nm/kgK

Det mättade ångtrycket, p_{sat} [Pa] = $e^{\left(\frac{-6096,9385}{T}+21,240964-0,0027111\cdot T+1,673952\cdot 10^{-5}\cdot T^2+2,433502\cdot \ln T\right)}$

Gasdiffusionskoefficienten för vattenånga i luft, D_a [m^2/s] = $\frac{0,083}{3600}\cdot\frac{p_0}{p}\cdot\left(\frac{T}{273,15}\right)^{1,81}$

Bestämning av ytvikt

Ytvikt är ett snabbt och enkelt instrument för att kontrollera sin produktion. Man gör helt enkelt en bestämning av hur mycket folien väger per ytenhet. Att kontrollera att produktens ytvikt ligger inom ett 10 gramsintervall är betydligt lättare än att kontrollera att produktens tjocklek avviker mindre än 0,007 mm vilket är en motsvarighet om produkten skulle vara 0,2 mm tjock.

Ytvikten har i princip bestämts enligt SS-EN ISO 23997 *Golvmaterial - Halvhårda golv - Bestämning av vikt per area*. Tio stycken rondeller med arean 10 000 mm² (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 m²).

Resultat

Ånggenomgångsmotstånd

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

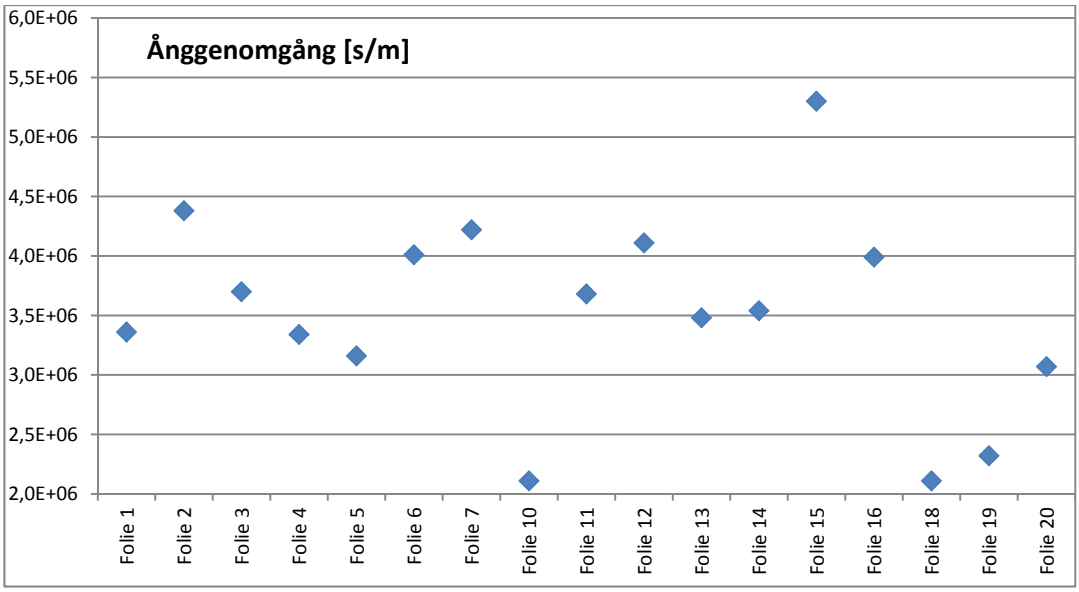
Tabell 1

Nr	Ånggenomgång [Ms/m]	Standardavvikelse [Ms/m]
1	3,36	0,023
2	4,38	0,084
3	3,70	0,096
4	3,34	0,177
5 (torkande system)	3,16	0,069
6 (torkande system)	4,01	0,076
7	4,22	0,098
8 (härdande system)	[1)]	
9 (härdande system)	[1)]	
10	2,11	0,048
11	3,68	0,087
12	4,11	0,104
13	3,48	0,118
14	3,54	0,122
15	5,30	0,592
16	3,99	0,020
17 (härdande system)	[1)]	
18	2,11	0,046
19 (torkande system)	2,32	0,034
20	3,07	0,092

[1)] Torkande och härdande system syftar på limmet som används vid montering av folierna och har inget med folierna i sig att göra. Därför blir nr 5 och 17 samma material liksom nr 6 och 8, samt nr 9 och 19. Alla finns med ändå för att numreringen av materialen ska stämma överens med övriga projektet.

Alla förutom fyra folier visar resultat mellan 3,0 och 4,5 miljoner s/m. Undantagen är folie nummer 10, 18 och 19 som har ett resultat under 2,5 miljoner s/m samt folie nummer 15 som visar resultat över 5 miljoner s/m.

Diagram 1



Ytvikt

Tabell 2

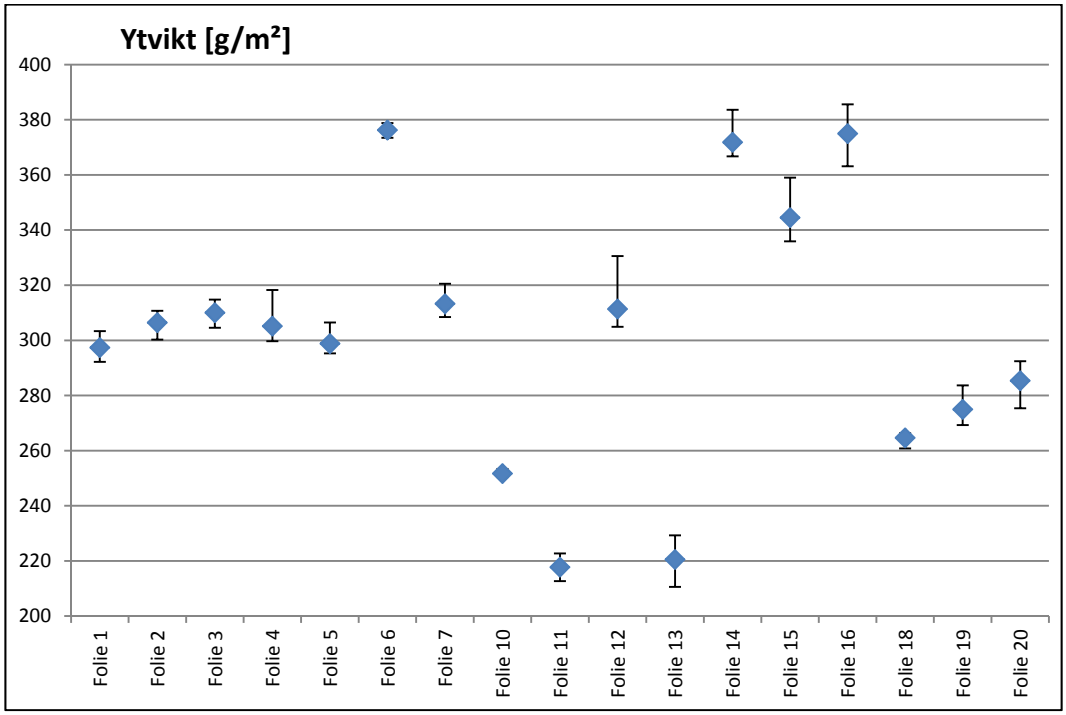
Nr	Ytvikt [g/m²]	Standardavvikelse [g/m²]
1	297,4	4,50
2	306,4	4,00
3	310,0	3,61
4	305,2	5,52
5 (torkande system)	298,9	3,38
6 (torkande system)	376,3	1,90
7	313,3	4,09
8 (härdande system)	1)	
9 (härdande system)	1)	
10	251,7	0,89
11	217,7	3,64
12	311,4	7,59
13	220,6	5,05
14	371,9	5,60
15	344,5	8,33
16	375,0	7,57
17 (härdande system)	1)	
18	264,6	2,01
19 (torkande system)	275,0	4,64
20	285,4	6,86

1) Torkande och härdande system syftar på limmet som används vid montering av folierna och har inget med folierna i sig att göra. Därför blir nr 5 och 17 samma material liksom nr 6 och 8, samt nr 9 och 19. Alla finns med ändå för att numreringen av materialen ska stämma överens med övriga projekt.

Medelytvikten ligger på ca 300 g/m² räknat på samtliga folier i projektet men spridningen är ganska stor, från ca 220 till 375 g/m². 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.

I diagrammet nedan har ytvikten plottats. dessutom har max- och minavvikelserna för varje folie plottats som felstaplar, detta blir här ett mått på spridningen inom respektive folie.

Diagram 2

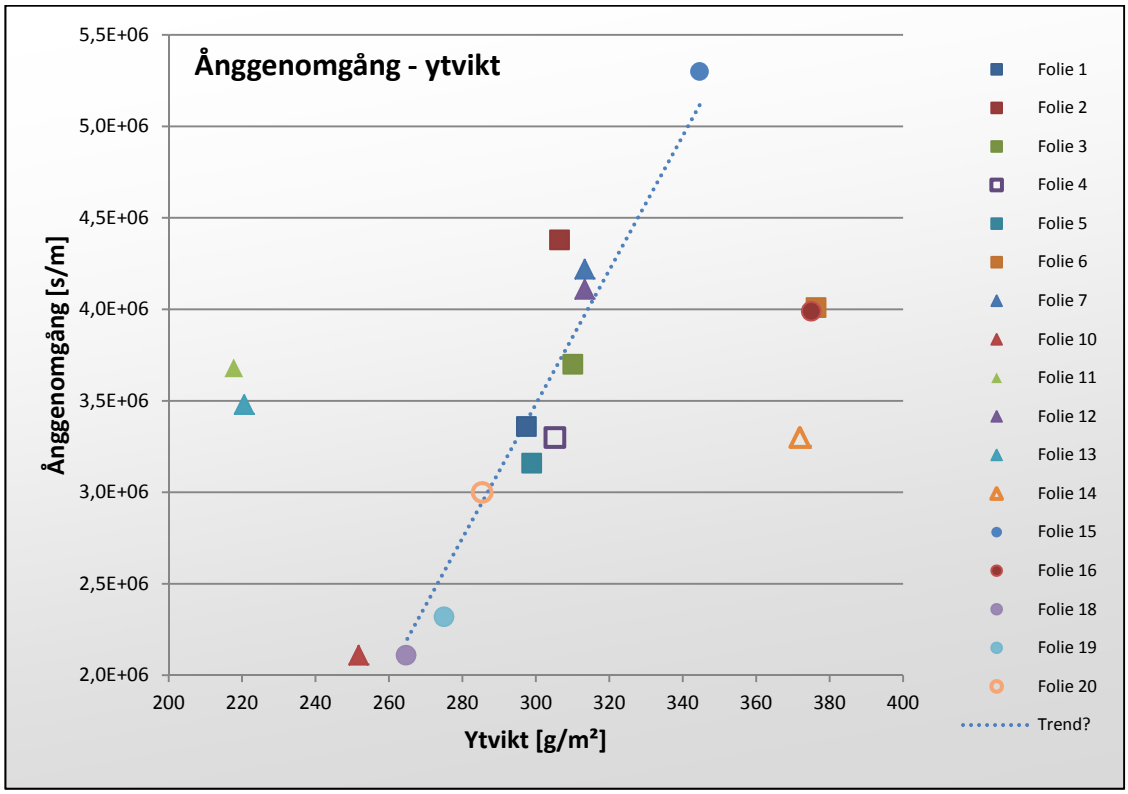


Kommentarer till resultaten

Utifrån ytviktsresultaten är det svårt att dra slutsatser om andra specifika egenskaper hos folierna och är mest med i denna studie med tanke på uppföljning under kommande år.

Däremot kan det vara intressant att koppla dessa värden till respektive folies ånggenomgångsmotstånd. Detta är gjort i följande diagram.

Diagram 3



I detta diagram framgår det ganska tydligt att de flesta folier linjerar upp sig utefter en trendlinje där ånggenomgångsmotståndet verkar vara proportionellt mot ytvikten. Däremot är det fem folier som avviker från denna trend. Dels folie nummer 11 och 13 som vi vet är tillverkade i en annan process. Dels folie nummer 6, 14 och 16 som vi misstänker är samma folie som säljs under olika namn.

Resultat från FTIR-analys och DSC-analys

Bakgrund

Materialen som analyseras i detta projekt kommer förhoppningsvis att studeras under flera års tid och vi vill kontrollera att polymertyp och kvalitet inte ändras över tid. Därför har vi utfört termisk och kemisk analys som beskrivs närmare nedan.

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 kontstant 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^{-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.

FTIR-analys utfördes för att identifiera vilken polymer som hade använts i de olika folierna. Fleecen på filmernas ytor skrapades loss och analyserades för sig och sedan analyserades den rena ytan på respektive film. 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.

De spektra som har tagits upp i detta projekt kommer framöver att användas som referensspektra för att kontrollera att materialen inte förändras i framtiden.

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 förutsäga 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 fleecematerial. Fleecen bestod av non-wovenmaterial som för vissa material var präglad i något mönster eller struktur. Ett material var undantaget från uppbyggnaden som beskrivs ovan, nämligen material nr 11, som bestod av en homogen non-wovenprodukt.

Fleecen på ytorna var tillverkad av polypropenfiber (PP). Fleecen på material nummer 6, och nummer 7 såg ut att även innehålla en del eten och vinylacetat. En liten osäkerhet finns då det i vissa fall var svårt att separera fleecematerialet från polymerfolien och material från mittenfolien kan komma med.

Materialet och mittenfilmen på produkterna varierade lite mer mellan de olika produkterna. Majoriteten av produkterna består av någon typ av lågdensitetspolyeten (LDPE). Inom gruppen LDPE finns dock också stora variationer som inte syns i ett FTIR-spektrum. Exakt molekylvikt och detaljerad molekyl-struktur syns inte och inte heller tillsatser som antioxidanter som skyddar materialet mot oxidativ nedbrytning.

Resultaten kan sammanfattas enligt följande: Material nummer 1-9 och 12-17 innehåller polyeten i folien i mitten.

Mittenfolien i material nr 12-17 innehåller polypropen och i vissa fall sannolikt sampolymeriserad med eten.

För tydlighets skull sammanfattas resultaten från mittenfolierna även tabellen nedan.

Nr	Material i folie, kommentar
1	Eten-vinylacetat
2	Linjär polyeten, paraffinvax
3	Lågdensitetspolyeten, paraffinsyra
4	Polyeten, estertoppar, vax
5 (torkande system)	Polyeten, estertopp
6 (torkande system)	Polyeten
7	Polyeten
8 (härdande system)	Polyeten
9 (härdande system)	Polypropen, eventuellt sampolymer med eten
10	Polypropen
11	Polypropen, har även smältpunkter som anger polyeten.
12	Vax, polyeten?
13	Polyeten
14	Polyeten, estertopp
15	Polyeten, saknar karakteristisk smälttopp vid 123 °C
16	Polyeten
17 (härdande system)	Polyeten, estertopp
18	Polypropen, eventuellt sampolymer med eten
19 (torkande system)	Polypropen, eventuellt sampolymer med eten
20	Polypropen

Torkande och härdande system syftar på limmet som används vid montering av folierna och har inget med folierna i sig att göra. Därför blir nr 5 och 17 samma material liksom nr 6 och 8, samt nr 9 och 19. Alla finns med ändå för att numreringen av materialen ska stämma överens med övriga projektet.

Vissa material visar även en estertopp och vad denna beror på vet vi inte, det kan vara någon ytbehandling, nedbryningsprodukter eller någon form av estervaxer.

I tolkningen av FTIR-spektra har även smältpunker från DSC-analyserna vägts in för att få en säkrare materialidentifikation.

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-spektrumen. Många av folierna har också en liten smälttopp vid ca 100-110 °C som skulle kunna vara mer lågmolekylärt material eller något vax.

Vid ca 200 °C oxideras ca hälften av proverna mycket snabbt, det vill säga de bryts ner i syrgasatmosfär. Tidigare erfarenheter har visat att polyetenmaterial som är väl stabiliserade med fenoliska antioxidanter för att klara en lång användningstid har högre induktionstemperaturer. Oxidationstemperaturen är alltså ett indirekt mått på hur mycket antioxidant som man har tillsatt i en produkt för att den ska hålla länge. Det finns många olika antioxidanter och vissa av dem syns inte så tydligt i en DSC-analys varför kompletterande accelererad åldring är nödvändig för att utreda beständigheten hos materialen.

Tabellen nedan visar oxidationstemperaturen för undersökta materialen.

Nr	Oxidationstemperatur (°C)
1	203
2	192
3	198
4	206
5 (torkande system)	211
6 (torkande system)	199
7	203
8 (härdande system)	Se nr 6
9 (härdande system)	Se nr 19
10	221
11	212
12	205
13	201
14	197
15	203
16	201
17 (härdande system)	Se nr 5
18	228
19 (torkande system)	224
20	215

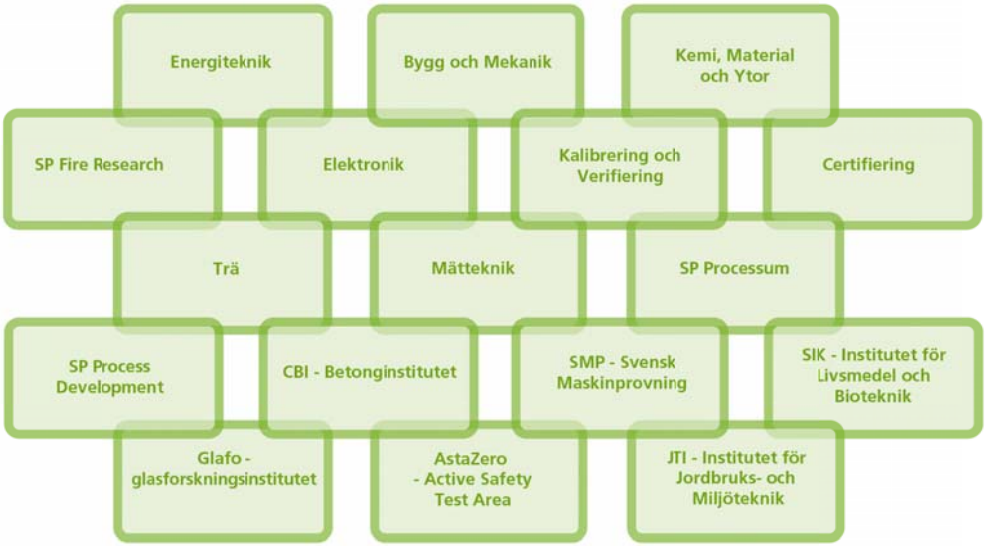
Kommentarer till resultaten

På grund av relativt låga värdena på induktionstemperaturen (210°C och under) rekommenderas en utredning kring beständigheten hos tätskikten.

Frågor som hur länge de ska hålla, vilken miljö de utsätts för i form av pH-värde och användningstemperatur mm behöver få ett svar. Utifrån användningsmiljön behöver man ta fram en realistisk åldringsmetod som motsvarar den tid man önskar att tätskiktsfolien ska hålla. Materialen bör åldras och lämpliga egenskaper undersökas som verifierar tätheten hos produkterna och som visar att de behåller sina ursprungliga egenskaper.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02
E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se
www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: **www.sp.se/publ**

Energiteknik
SP Rapport 2014:45
ISBN 978-91-87461-88-0
ISSN 0284-5172