

Regntäthet hos prefabricerade betongsandwichväggar med fönster och balkonganslutningar

Besiktning i fält och laboratorieförsök



Lars Olsson, RISE



Foto: Lars Olsson

Syfte

Ta fram data på regntäthet för en typ av prefabricerat betongsandwichsystem med fasaddetaljer, gradera tätheten för olika tätningsprinciper och tätningsmaterial, och mäta inläckageflöde vid försämrad täthet.

Vad krävs det för att åstadkomma regntäta lösningar och undvika vatteninträngning?

Målsättningen är att principer för bra lösningar och ny kunskap ska lyftas fram som ska leda till att tillräckligt robusta lösningar används. Denna studie kommer att bli en viktig pusselbit för att nå fram.

- Finansiär: SBUF (ID:13818)
- Projektledare: Lars Olsson, RISE
- Tid: Mars 2020 – sep 2021
- Deltagare: **PEAB**, Skanska, NCC, Abetong, UBAB, WSP
- (Ref.grupp Chalmers, Akademiska hus, Strusoft)

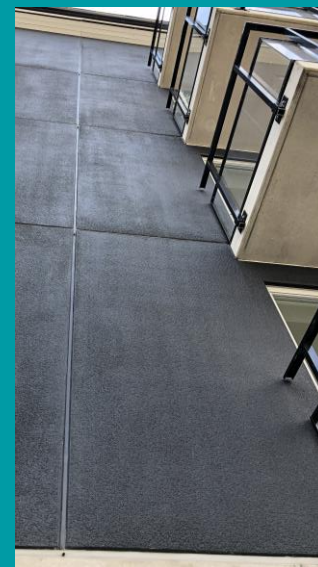


Genomförande

- Besiktning av fasader, totalt 12 (14) byggnader
- Laboratorieförsök:
 1. Regntäthetsprovning
 2. Regntäthetsförsök och inläckagemätning
 3. Skapa förväntade brister och inläckagemätning

Besiktning av fasader

Ålder	Plats	Våningar	Fogtätning	Tätning fönsteranslutning
2	Göteborg	4	Fogmassa	Exp. fogband
2	Kristianstad	5	Fogmassa	Exp. Fogband
3	Helsingborg	4	Fogmassa	Exp. fogband
4	Helsingborg	6	Fogmassa	Exp. fogband
4	Borås	9	Fogmassa	Exp. fogband
6	Borås		Fogmassa	Fogmassa
7	Göteborg	6	Fogmassa	Tätningslist (fogmassa vid fönsterdörr)
7	Göteborg	8	Fogmassa + bottning med fogband (omfogat på senare tid)	Fogmassa
14	Ulricehamn	6	Fogmassa	(Plåtinklädd)
2	Helsingborg	17	Fogmassa	(Plåtinklädd)
3	Helsingborg	13	Fogmassa	Exp. fogband
3	Göteborg	7	Fogmassa	Exp. fogband (fogm vid invikt bleck)
10	Lund	1	*Puts	(metallinklädd)
10	Lund	3	*Puts	Inputsad karm, (metalltbeklädd)



Utfört av :
Lars Olsson, RISE
Johan Olofsson, SFR

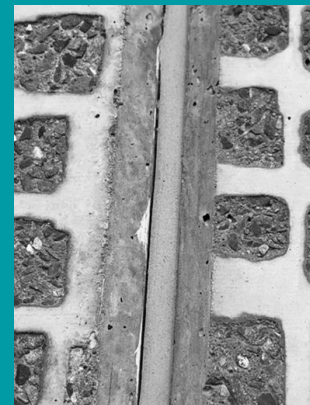
Besiktningssanmärkningar 2020

Totalt antal	Vidhätningssläpp i vertikal fog																				
Antal objekt med avvikelser	24	5	3	5	2	1	25	Spricka i betongelement													
	8	2	1	2	1	1	8	Oät fog runt fönster													
								1	2	1	3	6	1	3	8	26	14	7	1	1	1

Besiktningssanmärkningar sommaren 2020

Sammandrag:

- I samtliga objekt fanns det fogar som var för smala!
- 8 av totalt 12 objekt hade vidhäftningssläpp i fogar.
- 8 objekt hade sprickor i betongfasaderna ofta vid fönsteröppningar.
- Generellt sett var TDV-rör felplacerade eller saknade lutning etc.
- Otätheter vid anslutning mot fönster, glipa och skador på expanderande fogband, släpp i sekundär tätning och otätheter vid fönsterblecksanslutning mot betongfasad.
- Med mera.....



Resultat - uppmätta fogbredder

- Avvikelsen/skillnaden i genomsnitt mot krav var 37% för liten fogbredd enligt RA Hus 2014-2021.
 - Dessutom var fogbredden inte tillräckligt bred i 80 av totalt 106 fogar (motsvarar $\frac{3}{4}$ -delar).
 - De fogar som inte fått vidhäftningssläpp riskerar eventuellt att få det med tiden när de utsätts för temperaturrörelser.

"Fogbredden, B, i fasad med betongelement där fogmasseklass 25 LM används kan beräknas enligt formeln: $B=(l_1+l_2)/500$ där l_1 och l_2 är längden på de två angränsande elementen, angiven i millimeter." enligt RA Hus 2014-2021. "Minsta fogbredd i fasadelement ska vara 12 mm, inklusive toleranser.

Rörelseförmåga fogmassa

Klassindelning

Fogmassor indelas i klasser enligt tabell RA ZSB.11/2.

Tabell RA ZSB.11/2. Dimensioneringsvärden för fogmassors rörelseupptagande förmåga

Klass	Största totala rörelseupptagande förmåga i % av ursprunglig fogbredd
25 LM	25
25 HM	25
20 LM	20
20 HM	20
12,5 E	12,5
12,5 P	12,5
7,5	7,5

Page 4
EN ISO 11600:2003

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the

4 Classification

4.1 Types

According to their applications, sealants are separated into two types:

Type G: glazing sealants for use in glazing joints;

Type F: construction sealants for use in building joints other than glazing.

4.2 Classes

Sealants are classified according to their ability to fulfil sealing functions in joints with movement parameters as given in Table 1.

Table 1 — Sealant classes

Class ^a	Test amplitude	Movement capability ^b
	%	%
25	± 25	25,0
20	± 20	20,0
12,5	± 12,5	12,5
7,5	± 7,5	7,5

^a Classes 25 and 20 apply to both types of sealant G and F, while classes 12,5 and 7,5 apply to sealants of type F only.

^b For the correct interpretation and application of movement capability to the design of joints, relevant national standards and advisory documents should be considered.

DANA LIM

Produktinformation:

Danaseal Contractor

Neutral, fälatfri höglastast och övermålningsbar

Produktbeskrivning & användning:

Danaseal Contractor PF 552 tillhör den nya generationen av MS-polymer fogmassor som kombinerar de bästa egenskaperna från silikon- och polyuretanfogmassor. Fogmassan reagerar genom en reaktion med luftens fuktighet och bildar en elastisk fog som kan klara rörelser upp till +/- 25 %.

Danaseal Contractor PF 552 är helt luktfri, fälatfri, neutral och snabbhärdande. Kan målas över och har utmärkt väderbeständighet.

Danaseal Contractor PF 552 används till nästan alla slags byggobjekt både inom- och utomhus. Den är speciellt lämplig till expansionsfogar, fasadfogar och tätningssuppgifter där man tidigare skulle valt silikonfogmassa men nu önskar byggfogens övermålningsbarhet och anpassningsbarhet.

Danaseal Contractor PF 552 uppfyller kraven i ISO 11600 F25 HM.

Danaseal Contractor PF 552 uppfyller emissionskraven enligt Emicode EC 1^{PLUS}.

PRODUKTDATA

SikaHyflex®

Lågmodulär fogmassa för anslutnings- och rörelsefogar i fasader

PRODUKTBESKRIVNING

SikaHyflex®-402 Connection är en 1-komponents fukt-härdande, lågmodulär och elastisk fogmassa för fogning i de vanligaste applikationerna.

SikaHyflex®-402 Connection är primerfri i de flesta applikationer och har mycket god vidhäftning på de flesta förekommande byggnadsmaterial. Bildar en vattentät fog med goda mekaniska egenskaper, förblir elastisk i kall klimat. Rörelseförmåga ± 25% inne och ute.

ANVÄNDNING

För fogning av/i:

- Rörelse- och anslutningsfogar
- Fasadelement
- Balkonger och altaner
- Fönster och dörrkarmar
- Prefabelement
- Stödmurar
- Skiljeväggar
- Hålkål

EGENSKAPER / FÖRDELAR

- Inom- och utomhus
- Rörelseupptagande förmåga ± 25%
- Övermålningsbar (gör förstest)
- Mycket god väder- och åldringsbeständighet
- Mycket bra vidhäftning till många olika underlag
- 1-komponent
- Finns i många kulörer
- Lukt-, lösningsmedels- och fälatfri
- Låg belastning på vidhäftningssyorna
- Rörelsekapacitet på +100/-50% (ASTM C 719)
- Härdning utan bubblor
- Goda appliceringsegenskaper, lättsprutad och lätt-glättad
- Mycket bra vidhäftning till många underlag
- Mycket låga emissioner

MILJÖINFORMATION

- Conformity with LEED v4 EQc 2: Low-Emitting Materials
- VOC emission classification GEV-Emicode EC1^{PLUS}
- VOC emission classification of building materials RTS M1

GODKÄNNANDEN / STANDARDS

- CE Märkt och Declaration of Performance enligt EN 1565-1 - Sealants for non-structural use in joints - Facade elements
- EN ISO 11600: Building construction - Joining products - Classification and requirements for sealants.

Rörelseupptagning
Ca ±25% av ursprunglig fogbredd

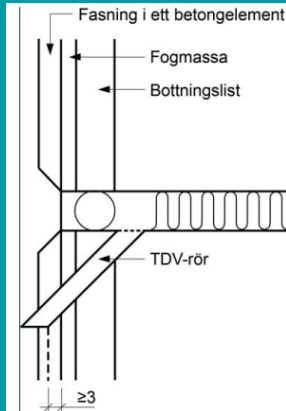
Emissionsnivå
Ca 0,04 kg/m³ och 0,04%
Hög och med varierande fuktighet och

KONTAKTA OSS
TLF 042-19 50 00
info.se@bostik.com

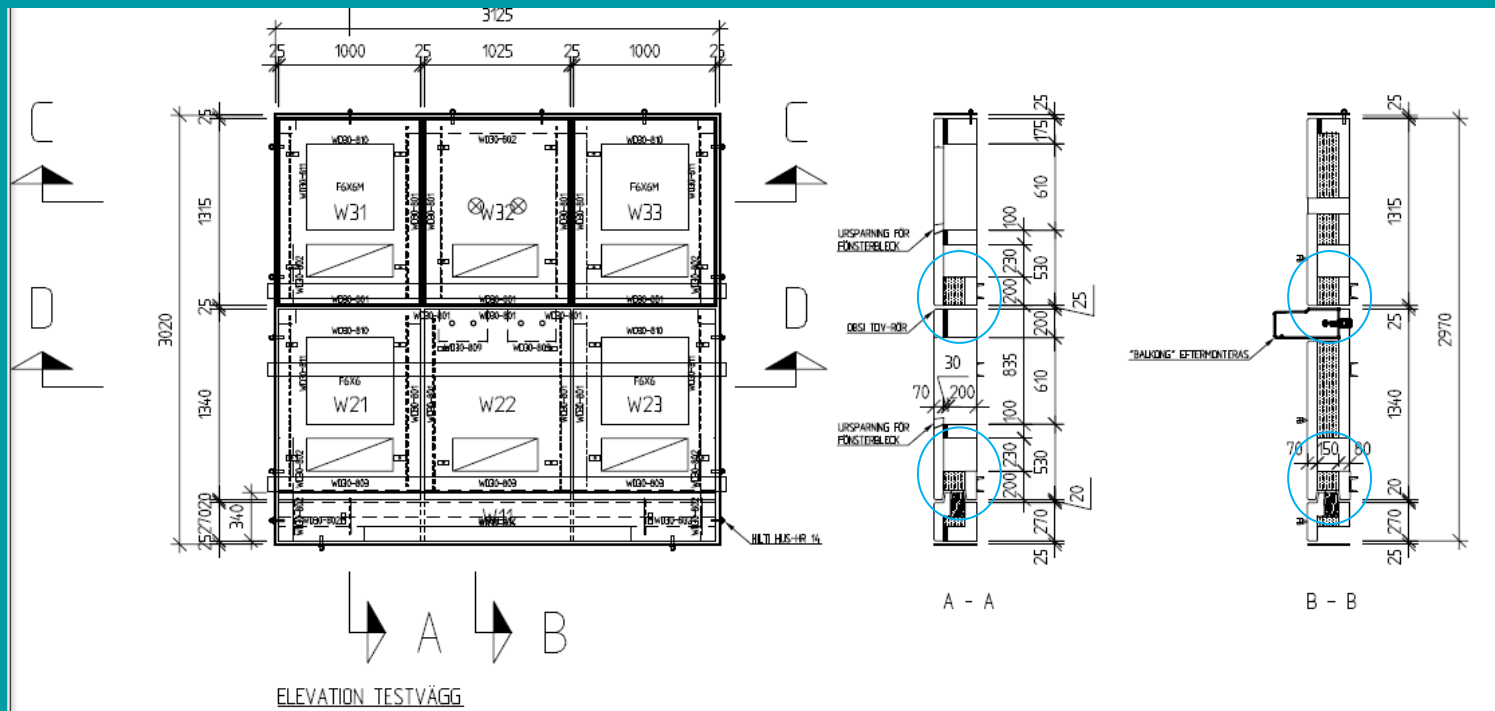
Exempel på förtillverkning av betongsandwichelement



AMA
Hus



Försöksvägg (vägg 1 och 2) inför labbtester



Regntäthet hos betong- sandwichväggar

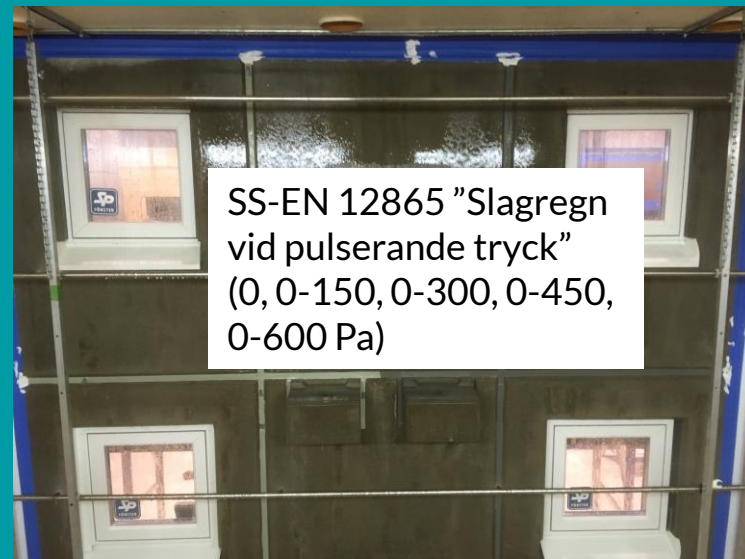
Labbförsök 1

Projektledare: Lars Olsson

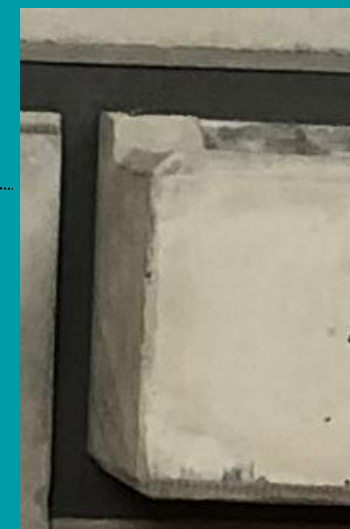
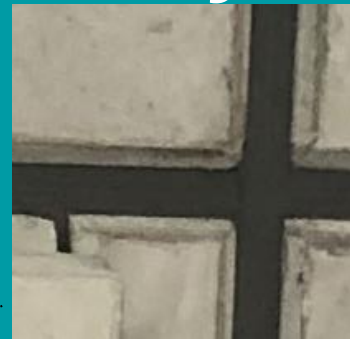
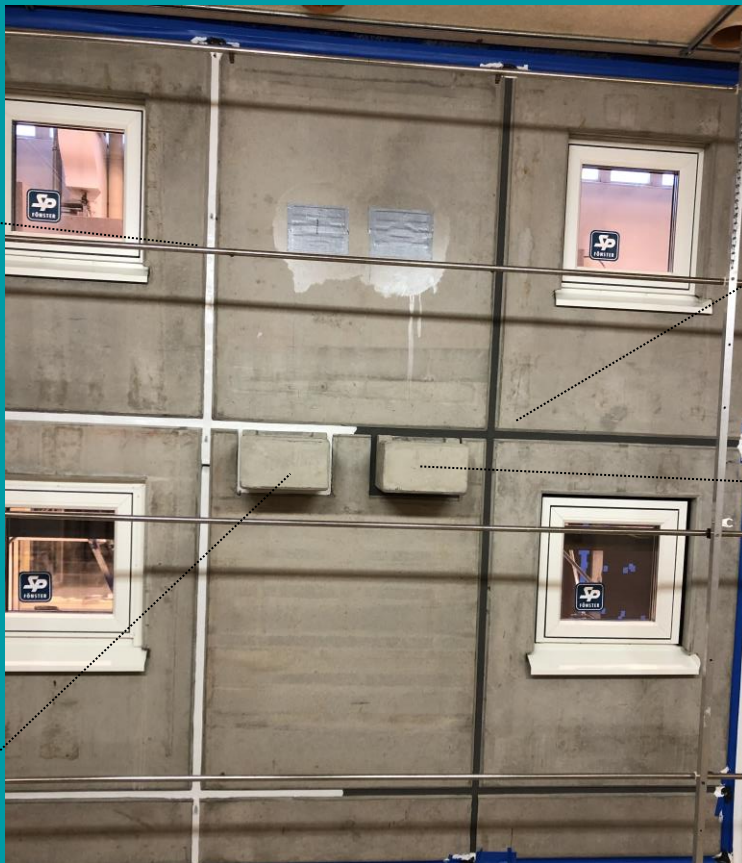
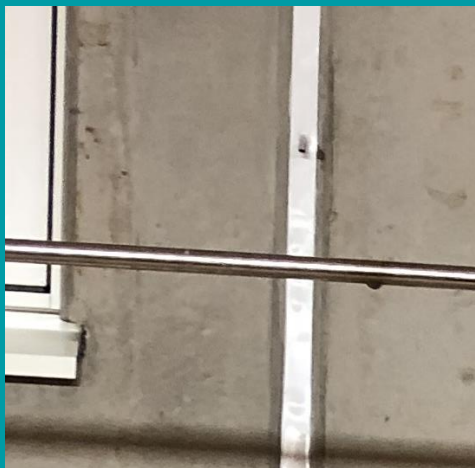
Labbförsök:

André Martinsson (ansv.)

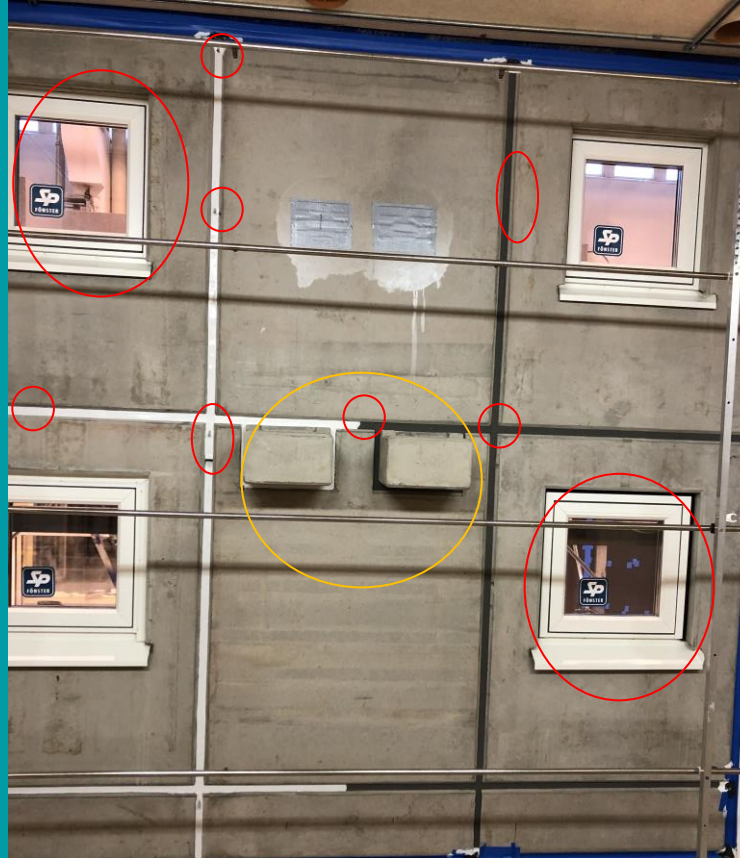
Richard Dawson



Utsida fasad, objekt 1, detaljer

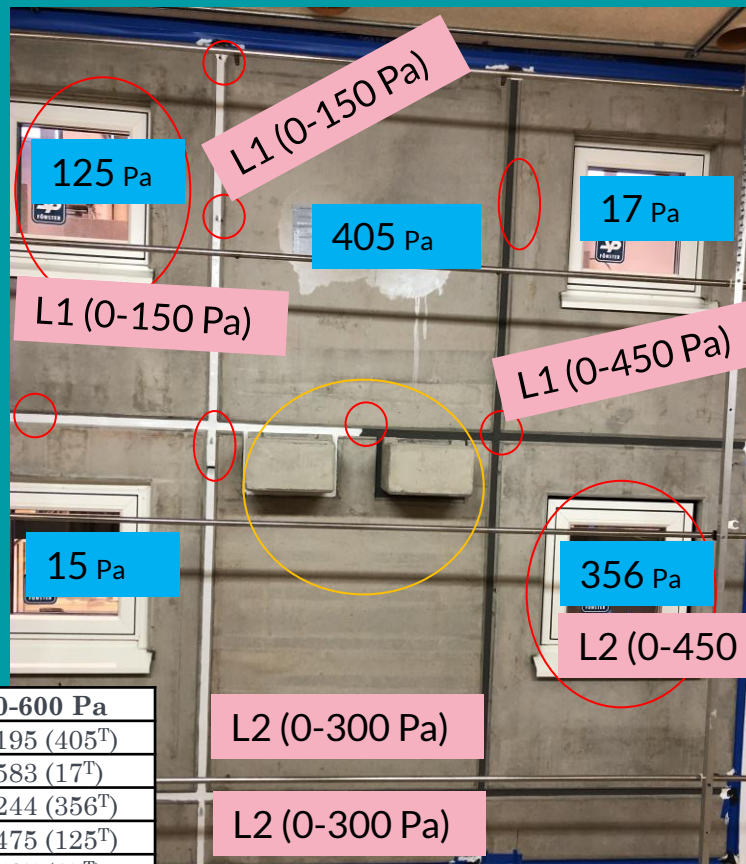


Resultat - Inläckagepunkter (objekt 1)



Resultat (objekt 1)

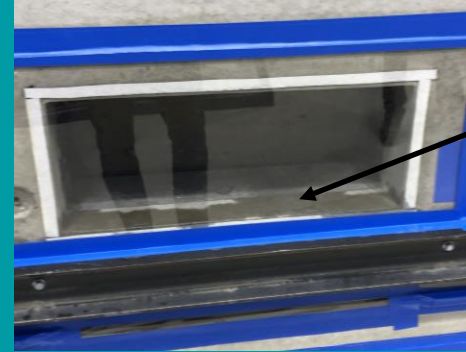
Vid maxtryck 600 Pa



Mätpunkt	0-150 Pa	0-300 Pa	0-600 Pa
Elementskarv	67 Pa (83 ^T)	113 (187 ^T)	195 (405 ^T)
Fönster, A3			583 (17 ^T)
Fönster, A10			244 (356 ^T)
Fönster, B3			475 (125 ^T)
Fönster, B10		291 (9 ^T)	585 (15 ^T)

L1- Enstaka droppar
L2-Droppar kontinuerligt 0,01 l/min
L3- Lågt flöde 0,05 l/min

Insida objekt 1

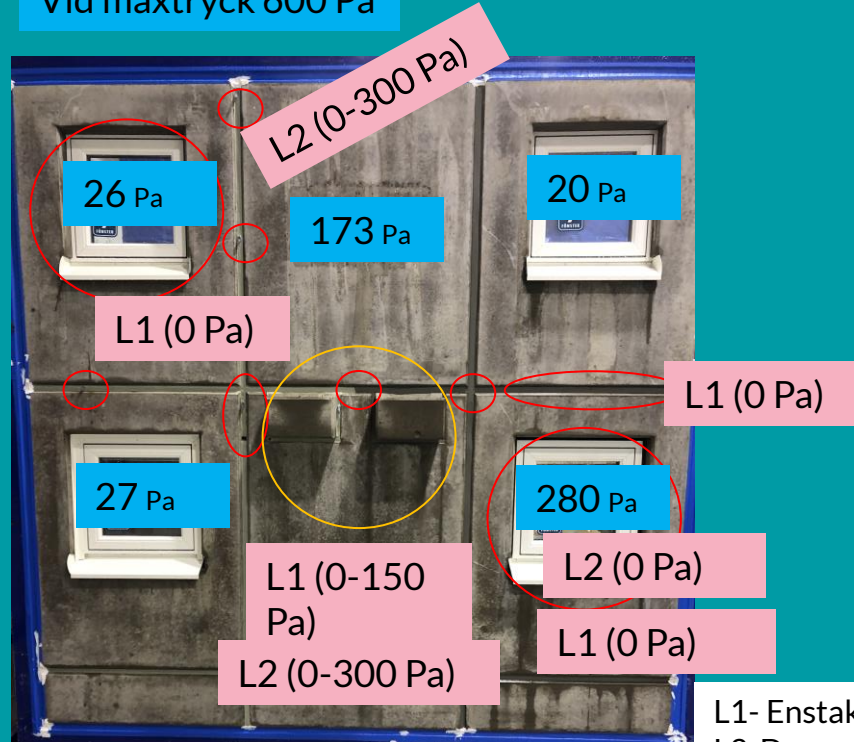


Vatten



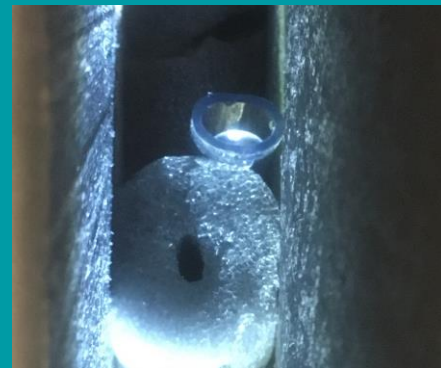
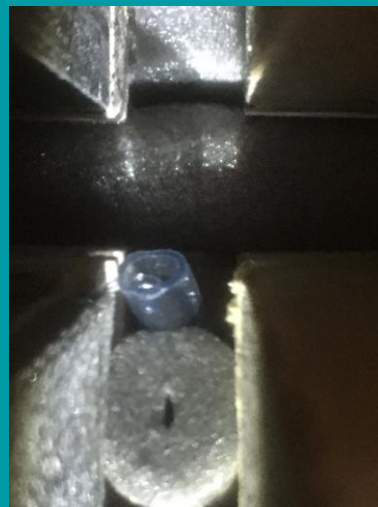
Resultat (objekt 2)

Vid maxtryck 600 Pa



L1- Enstaka droppar
L2-Droppar kontinuerligt 0,01 l/min
L3- Lågt flöde 0,05 l/min

Objekt 2



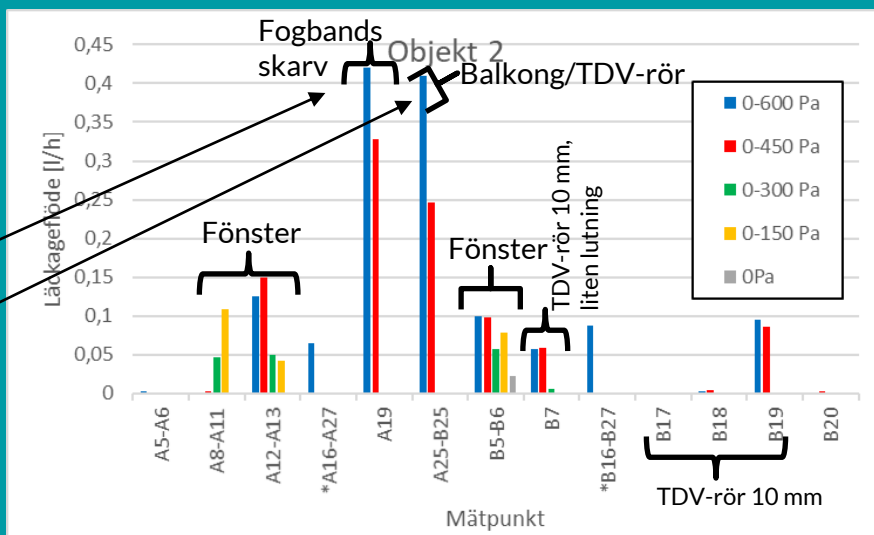
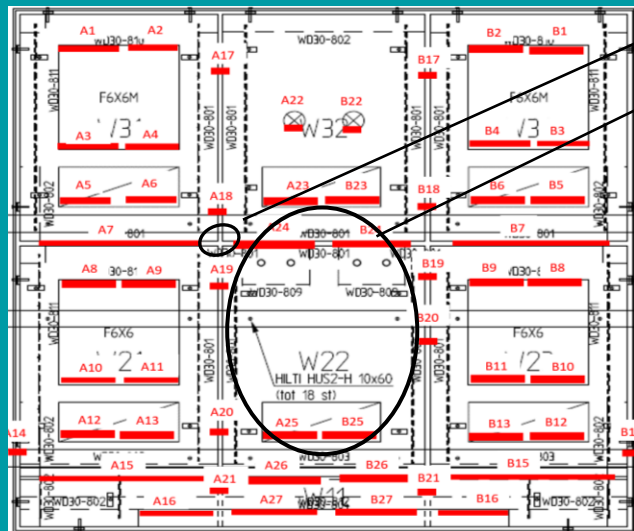
Forts. labbförsök

- Labbförsök 2 - mäta inläckageflöden
- Labbförsök 3- Skapa brister- mäta inläckageflöden

Uppsamling av inläckage



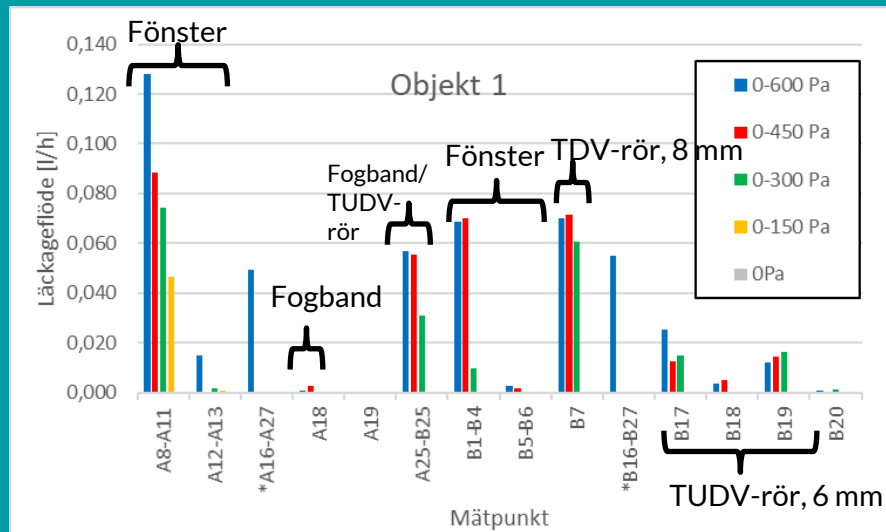
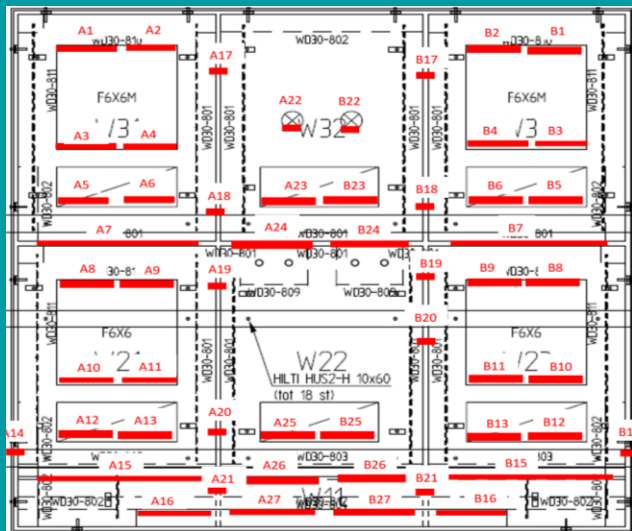
Försök 2 – inläckageflöden objekt 2



Totalt vattenflöde per längdmeter fasad: 180 l/h,m

	0 Pa	0-150Pa	0-300Pa	0-450Pa	0-600Pa
Elements karv	0	111 (39 ^T)	220 (80 ^T)	340 (110 ^T)	451 (149 ^T)
A4	0	146 (4 ^T)	291 (9 ^T)	442 (8 ^T)	588 (12 ^T)
A10	0	142 (8 ^T)	247 (53 ^T)	422 (28 ^T)	559 (41 ^T)
B4	0	137 (13 ^T)	230 (70 ^T)	440 (10 ^T)	587 (13 ^T)
B11	0	143 (7 ^T)	285 (15 ^T)	431 (19 ^T)	577 (23 ^T)

Försök 2 – inläckageflöden objekt 1



Totalt vattenflöde per längdmeter fasad 180 l/h,m

Tryck	0 Pa	0-150Pa	0-300Pa	0-450Pa	0-600Pa
Mät punkt					
Elementskarv	0	98 (52 ^T)	190 (110 ^T)	277 (173 ^T)	347 (253 ^T)
A1-A4	0	144	291	441	579
A8-A11	0	83 (67 ^T)	203	328	430 (170 ^T)
B1-B4	0	116	238	358	468
B8-B11	0	145	290	437	578

Täckte över för att utesluta inläckagevägar



Filmvisning



Försök 3, skapades brister (objekt 2)



Uppskuren, 20 cm lång och 0-1 mm springbredd, vertikal fog inför försök 3 (objekt 2).



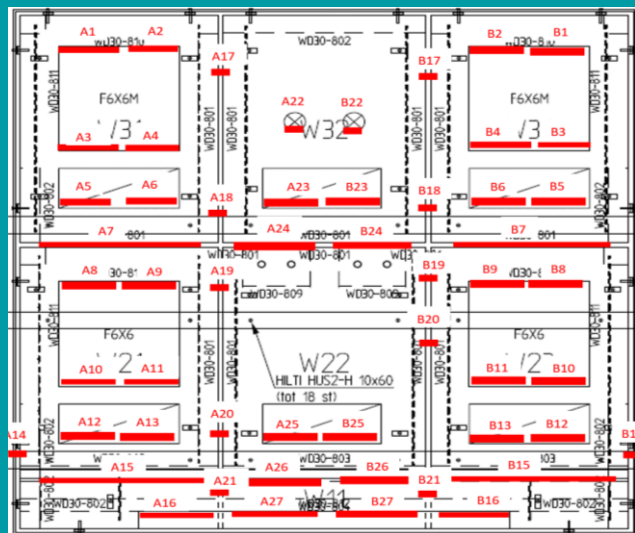
Uppskuren, 20 cm lång och 3 mm springbredd, vertikal fog efter försök 3 och inför utökat försök (objekt 2).



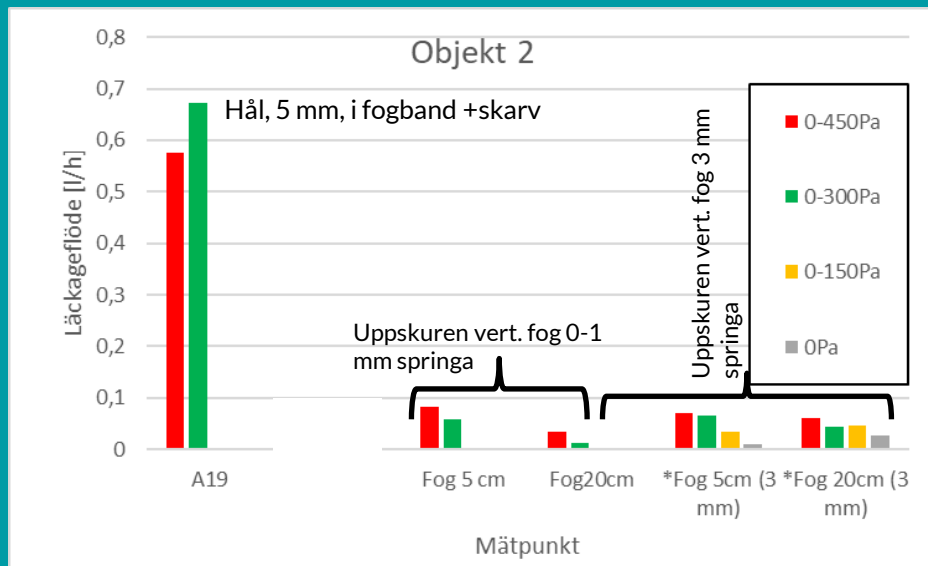
Pågående uppskäring, 10 cm lång och 0-1 mm springbredd, av horisontell fog efter försök 3 inför utökat försök (objekt 2).



Försök 3



Filmvisning



	0 Pa	150 Pa	0-300 Pa	0-450 Pa	0-600 Pa
Elements	0	111 (39 ^T)	220 (80 ^T)	340 (110 ^T)	451 (149 ^T)
karv					
A4	0	146 (4 ^T)	291 (9 ^T)	442 (8 ^T)	588 (12 ^T)
A10	0	142 (8 ^T)	247 (53 ^T)	422 (28 ^T)	559 (41 ^T)
B4	0	137 (13 ^T)	230 (70 ^T)	440 (10 ^T)	587 (13 ^T)
B11	0	143 (7 ^T)	285 (15 ^T)	431 (19 ^T)	577 (23 ^T)

Inläckagevägar (B3) objekt 1



Fönster och fönsterblecksanslutning vid det nedre vänstra hörnet.



Punktvis med fogmassa på fönsterbleckets bakkant.



Punktvis med fogmassa på fönsterbleckets bakkant.



Yttre fogband i fönsteröppning.



Uppvik sekundär tätning.



Sekundär tätning hade släppt i det vänstra hörnet vilket kan vara en trolig förklaring till inläckageväg.

Inläckagevägar (A10) objekt 2



Sekundär tätning synlig bakom fogband.



Fogmassa mellan uppvik av fönsterbleck och betongsmyg.



Punktvis med fogmassa på fönsterbleckets bakkant.



Hål till insidan under sekundär tätning vid det högra hörnet. Sannolikt primär orsak till inläckage.



Slutsatser

- Besiktning visade att 80 av 106 fogar (3/4) var för smala och vanligt med:
 - vidhäftningssläpp
 - felmontage av TDV-rör
 - sprickor i btg
- Labbförsök visar inläckage vid två fönster redan vid 0 Pa, samt i 3 mm springa i fog vid 0 Pa.
- Inläckage i TDV/TUDV-rör vid tryckskillnader 80-110 Pa.
- Inläckage i fogband i skarv, fogkors men även på ”intakta” sträckor
- En exp. fogbandstyp blev genomblöt runt fönster, generellt sett blev exp. fogbanden blöta.
- Sekundär tätning; släppte och hade dålig täckning, flisskikt som ev. ”transporterade vatten.

forts **Slutsatser**

- Inläckagevatten rann både i isoleringsskarvar och rakt igenom isolering.
- Risk för att övre fönsterkarm utsätts för vatten som rinner i vägg.
- Läckte in runt fönsterbleck trots noggrant utförande.
- Inläckageflödet i de största inläckagepunkterna blev 0,5% av flödet per längdmeter fasad (inläckage motsvarar allt vatten som rinner på en vertikal fasadremsa av 5 mm).
- Allt inläckagevatten har inte kunnat mätas, absorberades av betong och isolering.
- Generellt sett saknas verifierade lösningar.

Tack!

Lars Olsson

`lars.olsson@ri.se`

010-516 50 23

Byggår (ålder)	Plats	Vån	Fogtätning	Längsta element	Antal fogar som ej uppfyller krav (antal mätta fogar)	Skillnad i % från kravet på fogbredd,(medel av de som inte uppfyller krav), (skillnad i max/min inom parentes)
2018 (2)	Göteborg	4	Fogmassa	7 + 4 m	2 (9)	-14 (-18/-9)
2018 (2)	Kristianstad	5	Fogmassa	9,9 + 7,5	12 (12)	-48 (-56/-41)
2017 (3)	Helsingborg	4	Fogmassa	Kantorg	-	-
2016 (4)	Helsingborg	6	Fogmassa	6,5 + 6,5 m	7 (7)	-35 (-51/-23)
2016 (4)	Borås	9	*Fogmassa	9,2 + 9,2 m	7 (7)	-53 (-59/-48)
2014 (6)	Borås		Fogmassa	9,5 + 7,4 m	4 (5)	-41 (-65/-26)
2013 (7)	Göteborg	6	Fogmassa	9,1 + 8,4 m	8 (12)	-40 (-69/-13)
2013 (7)	Göteborg	8	Fogmassa + bottning med fogband (omfogat på senare tid)	7,2 + 6,2	5 (5)	-35 (-48/-17)
2006 (14)	Ulricehamn	8	Fogmassa	9,2+3 m	7 (13)	-30 (-58/-8)
2018 (2)	Helsingborg	17	Fogmassa	6,5 + 4 m	6 (10)	-26 (-36/-5)
2017 (3)	Helsingborg	13	Fogmassa	8,0 + 8,0 m	2 (2)	- 64 (-66/-59)
2017 (3)	Göteborg	7	Fogmassa	7,8 + 6,4 m	15 (19)	- 25 (-42/-12)

TDV-rör

Dränering av fasadfogar i betongelement

Fasadfogar ska ha dränerande och ventilerande kanal i såväl horisontal som vertikal fog. Kanal ska vara minst 15 mm djup och stå i förbindelse med uteluft via tryckutjämnande, dränerande och ventilerande öppning, TDV-öppning.

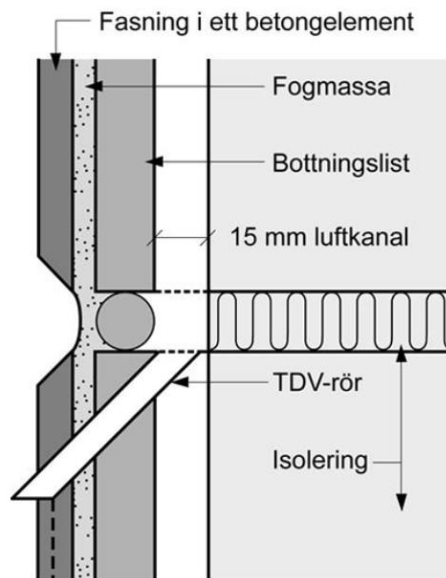
TDV-öppning ska monteras i varje fogkors. Öppning kan utföras som överlappande fog alternativt med TDV-rör. Dimensionering anpassas till **fogbredd**.

TDV-rör

TDV-rör ska vara utförd av beständigt plastmaterial och ha inre diameter av minst 8 mm. Dimensionering anpassas till fogbredd. Rör ska vara kapade i 45 grader. Rör ska monteras med 45 graders lutning utåt/nedåt och så att det sticker ut minst 3 mm utanför **fogmassa**. Se **figur AMA ZSB.11/1**.

Längd på rör ska avpassas så att kanal inte täpps till.

Rör ska förbehandlas genom **grundning** (primning) alternativt **avslipning**.



Förslag på fortsatt forskning

- Vilka tryckskillnader uppkommer i verkligheten?
- Hur stora öppningar behövs för att skapa tryckutjämning och hur görs de regntäta?
- Hur uppsamlas och leds vattnet ut?
- Hur mycket vatten ansamlas i väggen, mäta dränering och spridning i väggen?
- Går det att skapa en tvåstegstätning?
- Hur väl fungerar överlappande fog?
- Testa förbättrade tätningar vid fönster, även anslutningar mot tak och grund.
- Läcker det in vatten genom betongelementsprickor?