

Regntäthet hos prefabricerade betongsandwichväggar- etapp 2

Fältmätning av tryckskillnad i yttervägar

SBUF projektnr. 14102

Projektledare: Lars Olsson

Sökande företag: PEAB

Projekttid: mars 2022- sep 2023



Projektdeltagare och företag

Projektgrupp:

Henrik Carlsson

Mattias Gunnarsson

Johnny Kronvall

Anders Lindgren och Andreas Simfors

Jan Lövgren

Roger Persson

Johan Olofsson

Björn Rapp

Charlotte Svensson Tengberg

Göran Östergaard

Referensgrupp:

Carl-Eric Hagentoft

Per Hilmersson

Kristina Mjörnell

WSP

PEAB

Strusoft

UBAB

K-system

NCC

Fog och brandskyddsföretagen

Riksbyggen

Skanska

Abetong

Chalmers

Akademiska Hus

RISE

Bakgrund

- Tidigare studie pekar på problem med vatteninträngning (SBUF 1361, Brycke & Svensson T., 2019)
- Historiskt förekommit vatteninträngning (Jerling & Schechinger 1983)
 - (11% av 56.000 lägenheter)
- Enstegstätade lösningar är erkänt problematiska!
- Förväntat med inläckage i det yttersta regnskyddet/fasaden (SBUF 12847, Olsson 2018)
- Etapp 1 visade på många olika brister i betongsandwichfasader i fält och i labbförsök (SBUF 13818, Olsson 2021)

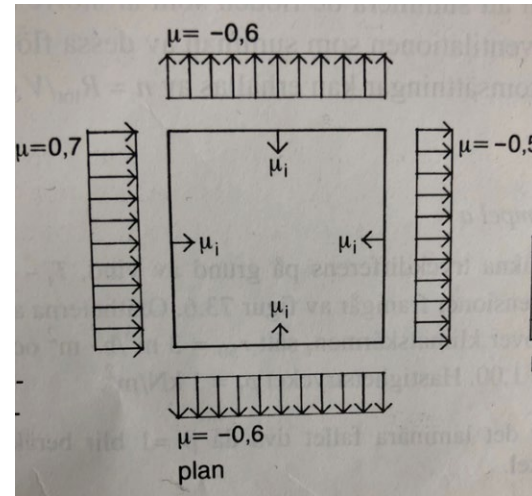
Syfte/mål

- Visa kunskapsläget genom att göra en nationell och internationell litteraturinventering och dra nytta av om det eventuellt finns väl fungerande lösningar
- Undersöka om fasader i fält är tryckutjämnade eller vilka tryckskillnader som kan förväntas.

Teori

Exempel på vindhastighet och vilket vindtryck det ger:

- 12 m/s = 100 Pa
- 17 m/s = 200 Pa
- 30 m/s = 600 Pa



Fältmätning -mätmetoder

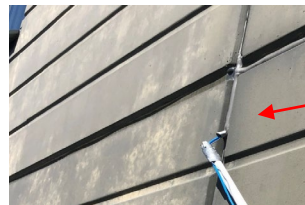
- Mätning av tryckskillnad, mikromanometer (TEC DG-1000 och DG-700), automatisk nollställning. Mätintervall 1 sekund (medel av 20 avkänningar) men även 0,1 sekund har tillämpats.
- Vindhastighet och vindriktning. Max värde för varje minut och medel för varje minut (avkänning var 3:de sek).



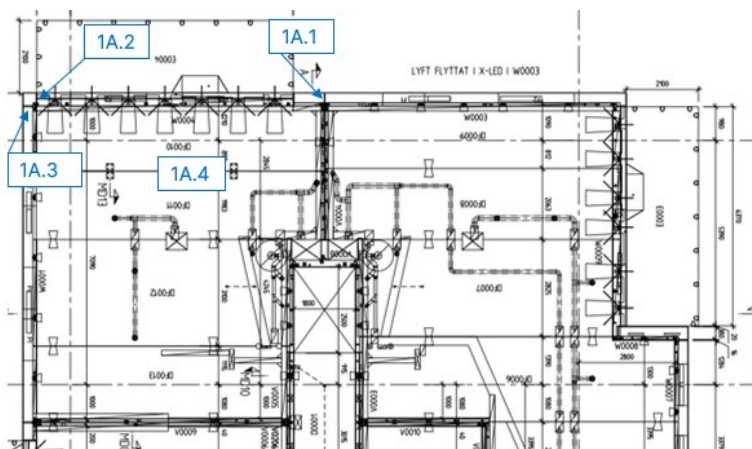
Mätobjekt

- Val av byggnader. Det kom fram 3 förslag på byggnader varför de godtogs.
- 5 byggnader på 3 orter/platser (Borås, Kungälv och Göteborg)
- Förbesök för att planera mätning/lämplighet
- 1-2 mättillfällen

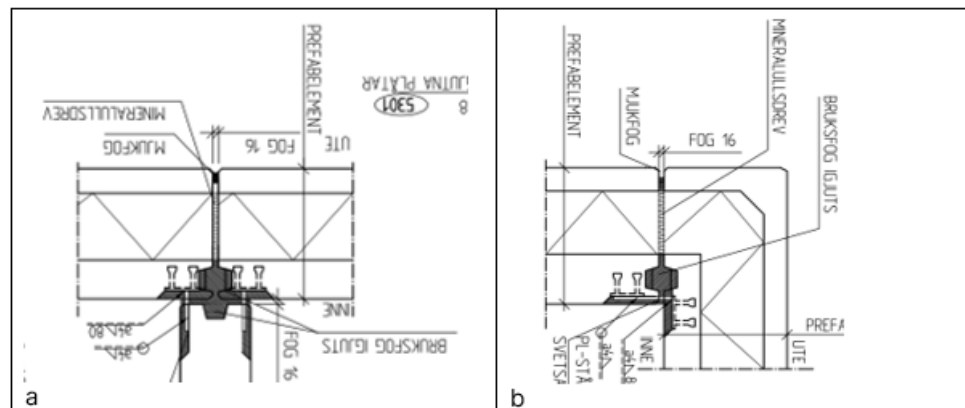
Objekt 1A



Objekt 1C

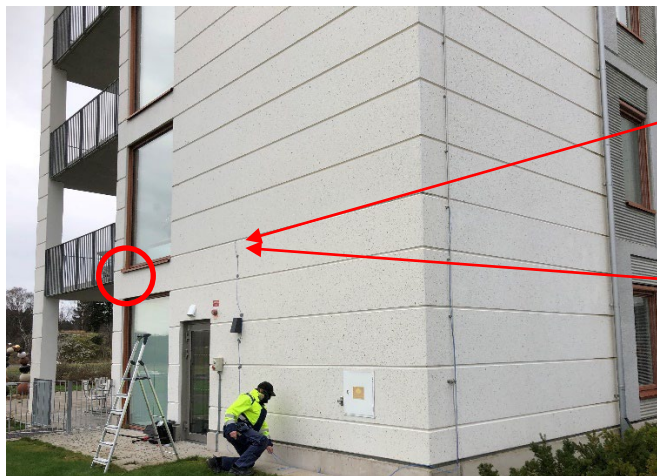


Figur 8. Mätpunkternas placering, plan 7 (objekt 1A).

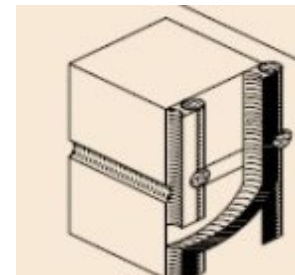


Figur 9. (a) Elementfog i mätpunkt 1A.1. (b) Elementfog nära ytterhörn i mätpunkt 1A.3.

Objekt 2

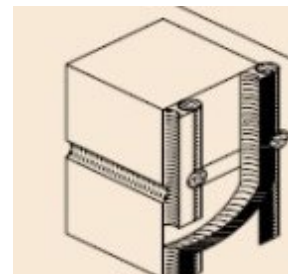


Pågående montering



TDV-öppning med
överlappsfog

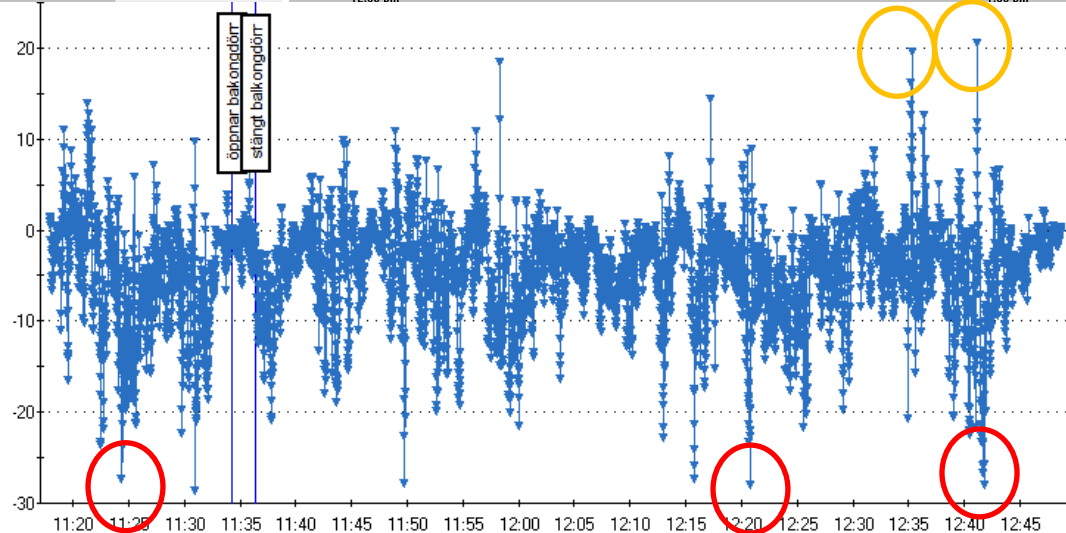
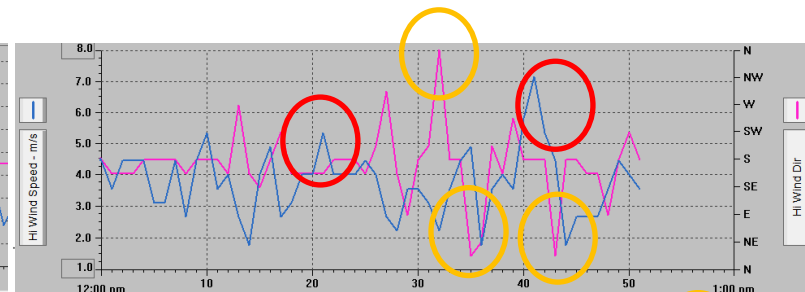
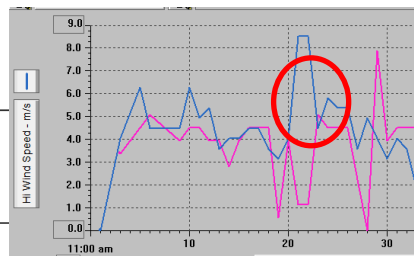
Objekt 3



TDV-öppning med överlappsfog

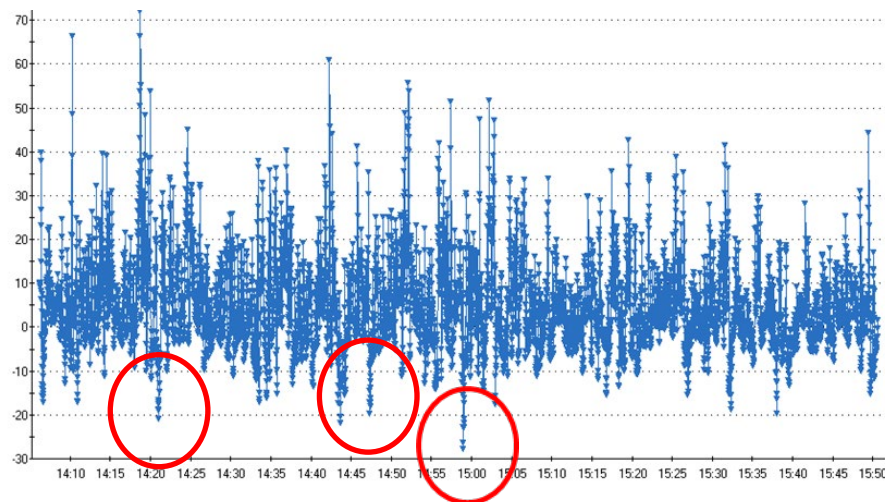
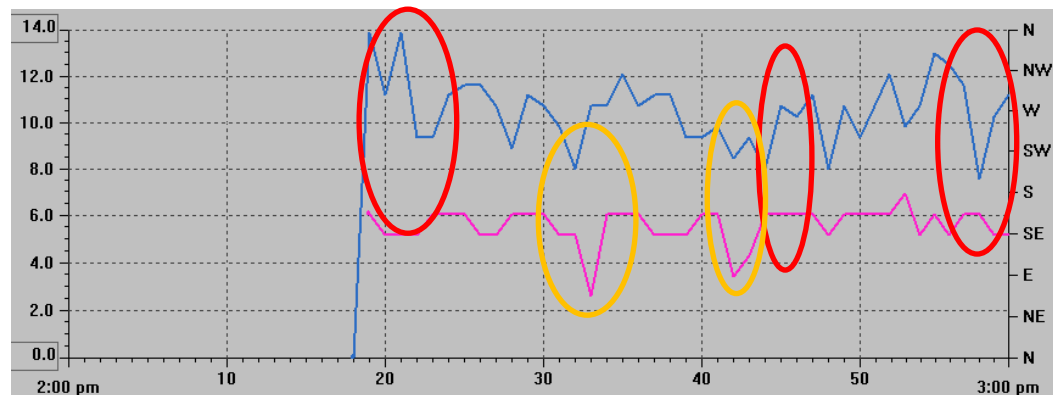
Exempel på resultat - Objekt 1A

Obj.	Mätp.	Ref. punkt	Datum	Tidp.	V (m/s)	V-rikt.	T. (Pa) (+/- avser m/s)	
1A	1 Söderfas.	Ute söder	230510	11.24	6	Söder	-29	B1.2.
	"	"	"	12.21	5	"	-28	
	"	"	"	12.42	5	"	-28	
	"	"	"	12.43	4	Nord-ost	+21	
	"	"	"	12.35	5	"	+20	
	"	"	"	11.22	8	"	+18	
1A	2 Söderfas. (balkong vid hörn)	Ute söder	230510	12.21	5	Söder	-39	B1.1b, B1.3.
	"	"	"	11.44	5	"	-36	
	"	"	"	12.42	4	"	-30	
	"	"	"	11.52	5	Öster	+45	
	"	"	"	11.31	?	?	+35	
1A	3 Österfasad	Öster	230510	11.44	6	Öster	-21	
	"	"	"	11.47	6	Norr	+65	
	"	"	"	12.13	3	Väster	+41	
1A	4 Inne	Ute söder	230510	12.21	5	Söder	-55	B1.1b, B1.4.
	"	"	"	12.42	5	"	-49	
	"	"	"	11.24	6	"	-49	
	"	"	"	12.43	4	Nord-ost	+32	
	"	"	"	11.49	6	"	+26	



Exempel på resultat - objekt 3

3	Söderfasad, TDV_fog, (plan 5)	Ute söder	<u>230509</u>	12.24	-	väst	-49	B5
				14.59	8	Söder	-28	
				14.44	11	Söder	-22	
				14.21	14	Sydost	-21	
				14.33	10	Öster	+39	
				15.19	10	Öster	+43	
				14.42	9	Öster	+61	
3	Inne (plan 5)	Ute söder		12.24	-	-	-82	B5
				14.21	10	Sydost	-13	



Slutsatser fältmätning

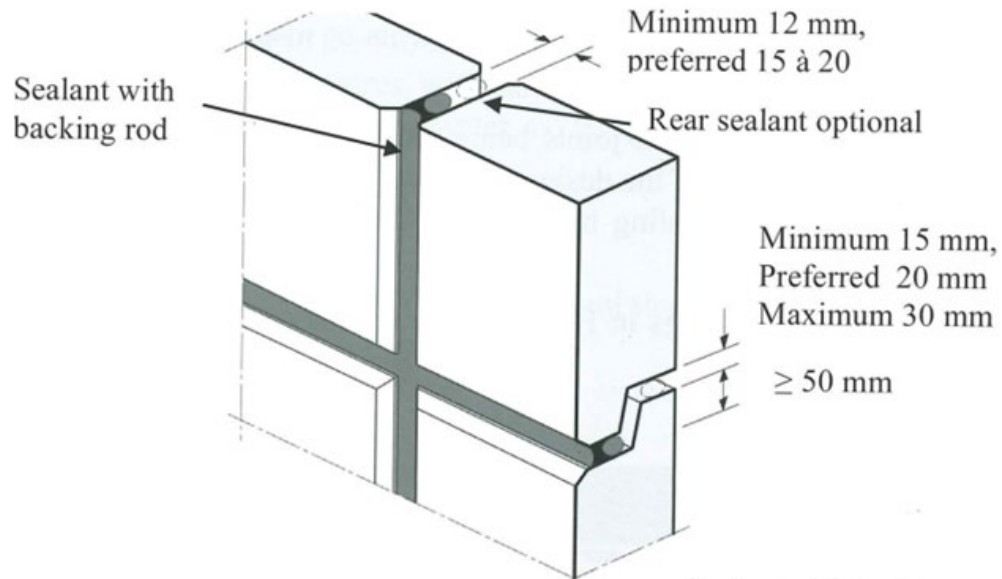
- Mätningar visar exempelvis på -30 eller -40 Pa (undertryck) i vägg/fasad vid vindhastigheter omkring 5-8 m/s.
- Väggarna uppvisade inte på tryckutjämning.
- Någon betydande tryckutjämnande effekt av TDV-öppning har inte framkommit.
- Dessa mätningar kan vara underskattade med ca 20 procent.

State of the art

- Litteraturinventering har gjorts via kontakter med FIB, The International Federation for Structural Concrete och medlemmar med inriktning tätningar (fib-international.org). Utförts av Johnny Kronvall
- Nationell och internationell litteraturgenomgång
 - DIVA portal, Google Scholar, Scopus och Science Direct

State of the art

Enstegstätning



Källa: fib Bulletin 74

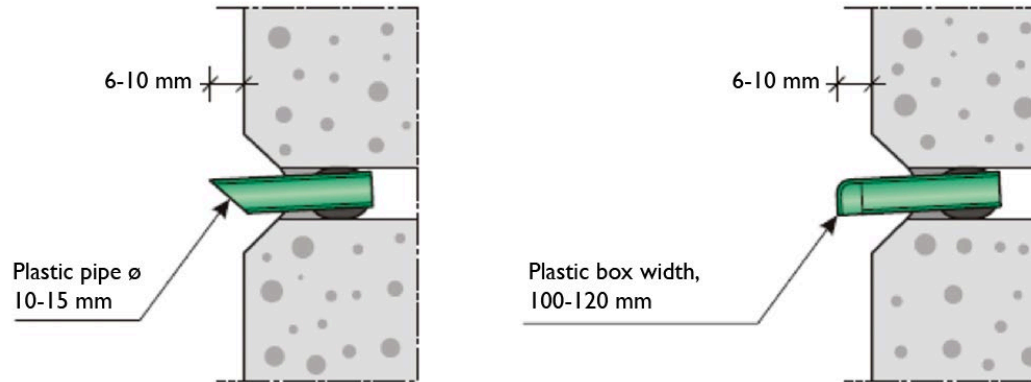
Table 9.4: Recommended joint width and depth for face-sealed joints

Component width (m)	Minimum nominal joint width (mm)	Minimum joint depth
1.80	12	8
2.40	12	8
3.60	14	8
4.80	15	10
6.00	16	10

Obs! SFR tumregel ger:
 $(6000+6000) / 500 = 24 \text{ mm}$

State of the art

Tvåstegslösning



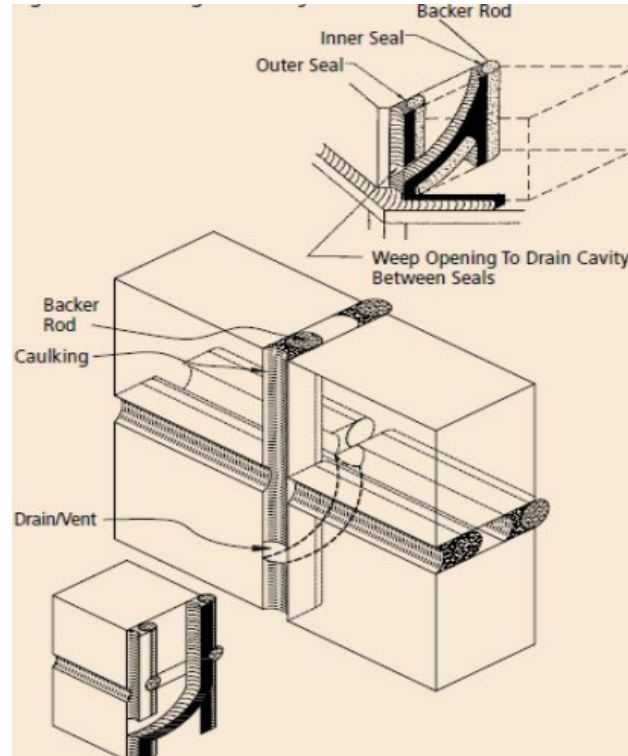
Anvisning om minsta
lutning saknas?

Källa: fib Bulletin 84

State of the art

Tvästegstätning

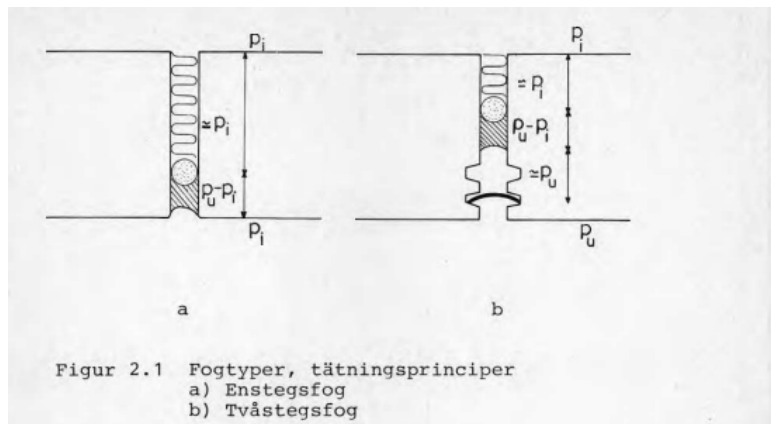
Går det att utföra
praktiskt?



Källa: fib Bulletin 101

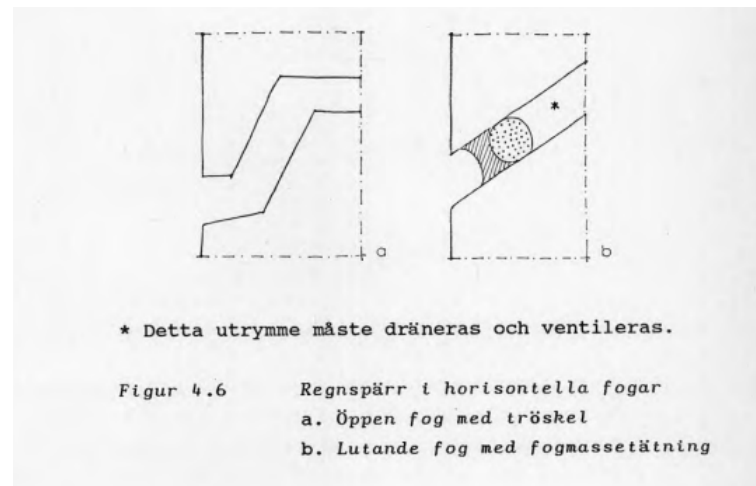
State of the art 1983 - 1988

En- och tvåstegsfog



Funktionssäkerheten hos tvåstegsfogar är större än hos enstegsfogar.

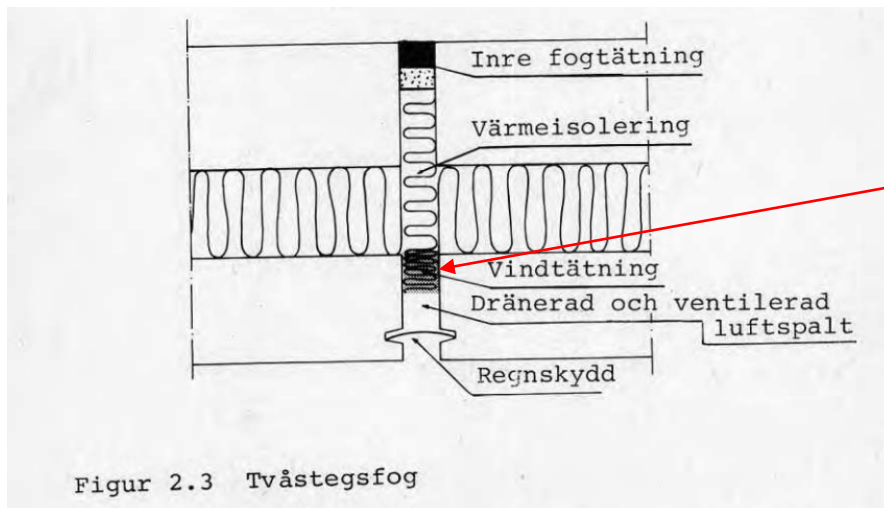
Källa: Jerling & Schechinger 1983



Källa: Jerling et al 1988

State of the art 1983

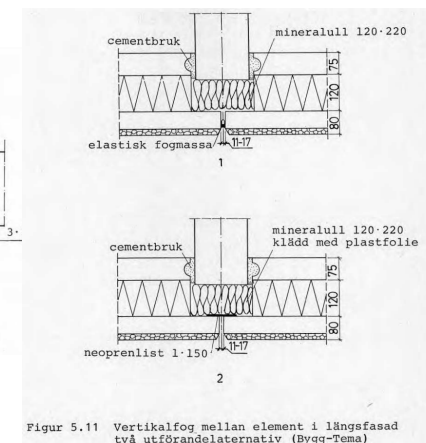
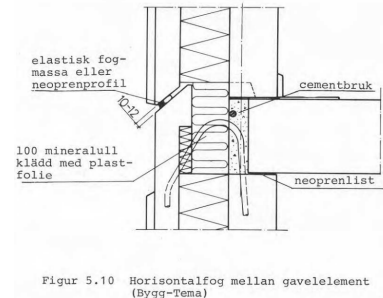
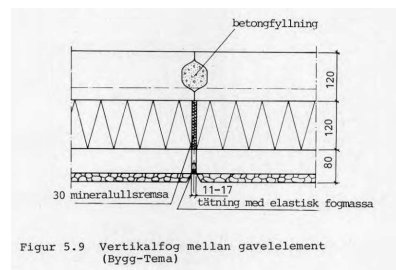
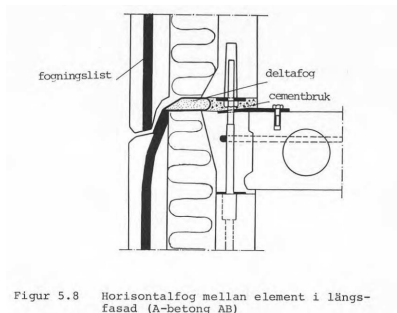
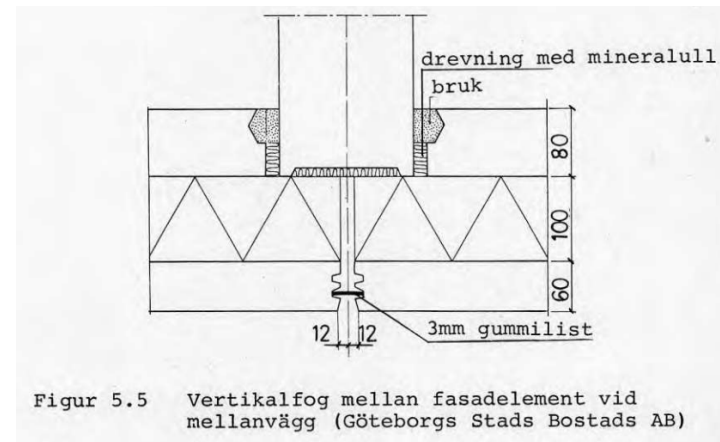
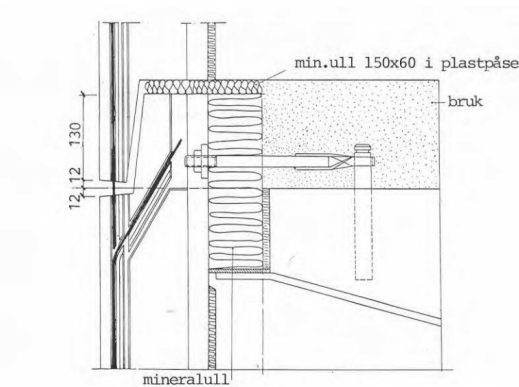
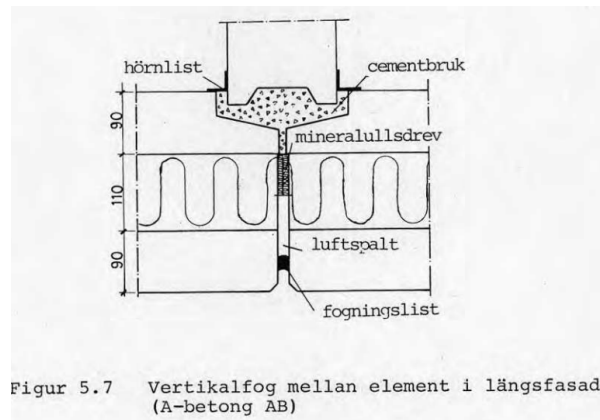
Tvåstegsfog



Vindtätning - som utsätts för vatten, funkar det?

Källa: Jerling & Schechinger 1983

Olika lösningar 1983



Källa: Jerling & Schechinger 1983

Skadeinventering

Tabell 6.1 Utvärdering av fogskadeinventering.

	a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄
Σ	10	12	4	31	16	16	9	5	8	6
%	-	15.2	5.1	39.2	20.3	20.3	32.1	17.9	28.6	21.4

Teckenförklaring*

- a Betongelementet är skadat/kantstöt (se fig. 6.1)
- b₁ Fogmassan har börjat släppa från underlaget (se fig. 6.2)
- b₂ Fogmassan har börjat spricka sönder
- b₃ Fogmassan har släppt från underlaget
- b₄ Fogmassan har spruckit sönder (se fig. 6.3)
- b₅ Fogmassa saknas
- c₁ Fogningslisten är intryckt
- c₂ Fogningslisten har börjat vandra ut
- c₃ Fogningslisten har vandrat ut (se fig. 6.4)
- c₄ Fogningslist saknas

*Observera att fogmassa (b) och fogningslist (c) är separat behandlade.

Källa: Jerling & Schechinger 1983

State of the art

Precast concrete-to-precaster concrete
facade joints using precompressed
expandable foam

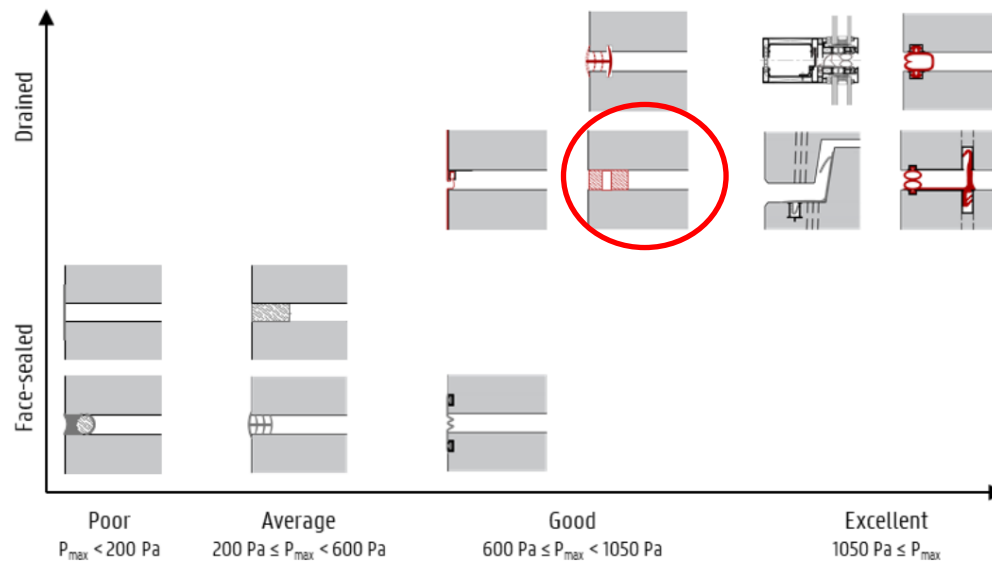
(Farrington et al. 2019)

Inläckage!



Figure 8. Test panel assembly water spray side.

State of the art



Källa: Van Linden 2022

Figure 90: Assumed watertightness performance of existing joint sealing methods versus improved joint sealing methods (P_{max} is the highest measured pressure difference without water infiltration at the interior side of the sealing material)

Slutkommentarer

- Tvåstegstätade lösningar med dränering kan ha blivit **misskrediterade** på grund av fel eller brister i utförande vilket också enstegstätade fogar fått erfara.
- Exempelvis förefaller det som **utåtlutande horisontella skarvar, dränering och dubbla tätningar med tryckutjämning i den yttre betongskivan** är väsentliga principer att beakta samt att **dimensionering av fogar och utförande** är generellt sett av stor betydelse.
- Vi har inte kunnat se att den internationella tillämpningen av lösningar skiljer sig nämnvärt med Sverige.
- Däremot finns det litteratur i Nordamerika som framhåller dubbeltätning/tvåstegstätning med dränering i den yttre betongskivans fogar som anges vara en rekommenderad och accepterad lösning.

Fortsatt forskning

- **Regntäthet hos fogar** och för olika typer av fogtätningar behöver delvis utvecklas och testas för mer pålitlig tätning.
- **Utformning av tryckutjämning/luftspalter/luftkanaler** och dimensioneringsmetodik.
- **Regntätheten hos olika TDV-öppningar** behöver studeras.
- **Regntäthet hos fönster-, dörr-, balkong-, tak- och grundanslutningar.**
- **Sprickors betydelse** i betongväggar i kombination med regntäthet behöver undersökas.
- **Dräneringsförmåga** hos betongsandwichväggar behöver testas.
- **Beständighet** hos dagens tätningsmaterial och materialkombinationer och för avsedd tillämpning.
- **Guide** med goda tätningsprinciper med dokumenterade egenskaper, funktion och hållbarhet.