

HANS BOYE SKOGSTAD OG OLA ASPHAUG

Tetteløsninger rundt vindu – Regntetthet

Prosjektrapport 88

2012



SINTEF Byggforsk

Hans Boye Skogstad og Ola Asphaug

Tetteløsninger rundt vindu – Regntetthet

Prosjektrapport 88 – 2012

Prosjektrapport nr. 88
Hans Boye Skogstad og Ola Aspøhaug
Tetteløsninger rundt vindu – Regntetthet

Emneord:
Laboratorieundersøkelse, yttervegg, vindu, fukt, tetthet

ISSN 1504-6958
ISBN 978-82-536-1253-9 (pdf)
ISBN 978-82-536-1259-1 (trykt)

Prosjektnr.: B2247979

50 eks. trykt av AIT AS e-dit
Innmat: 100 g munken polar
Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2012
Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B
Postboks 124 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 55
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk

Forord

Byggteknisk Forskrift (TEK10) gir bestemte krav til bygningers energieffektivitet, lufttetthet og påvirkning av fukt. Flere ulike tettelsninger rundt vindu blir brukt. Montering og tetting rundt vindu kan være arbeidskrevende og gi varierende grad av tetting mot regn og vind. Luft- og regntetthet til vindu er viktig både for å redusere varmetapet og for å unngå at slagregn gir fuktskader i vindu og veggkonstruksjon. Tradisjonelt har vindu vært plassert lang ute i vegglivet. Nå ser vi en utvikling der vindu ønskes plassert lengre inn i vegglivet. Plassering av vindu inne i vegglivet reduserer varmetapet, og er iblant også ønsket av arkitektoniske hensyn. En vindusplassering inne i vegglivet krever gode tettelsninger for å hindre at regnvann trenger inn i veggkonstruksjonen.

Det finnes lite dokumentasjon av regntettheten til ulike tettelsninger rundt vindu. SINTEF Byggforsk har lenge ønsket å gjøre laboratorieprøving av tettelsninger rundt dør og vindu. Bedre dokumentasjon gir mulighet til å anbefale tettelsninger rundt vindu i det enkelte bygg og er nødvendig for å kunne gi mer presise anbefalinger i Byggforskserien. Denne prosjektrapporten beskriver laboratorieprøving av regntetthet til ulike tettelsninger rundt vindu. Målingene er utført på prøvefelt av bindingsverk i tre og pusset mur. Regntetthetsprøvingen er gjort i SINTEF Byggforsks laboratorium i Trondheim.

ROBUST (ROBUST envelope construction details for buildings of the 21. century) er et forskningsprosjekt som retter søkelyset mot klimatilpassede, miljø- og energieffektive løsninger for dagens og fremtidens bygninger. Prosjektets hovedmål er å utvikle ny kunnskap og nye metoder for bruk av robuste konstruksjonsdetaljer og løsninger, og bruk av effektive isolasjonsmaterialer i godt isolerte bygninger. Robuste konstruksjonsdetaljer og løsninger oppnås gjennom bruk av materialer og løsninger som har stor sikkerhet mot feil som kan gi fuktproblemer, og som med stor sikkerhet tilfredsstiller kravene i TEK.

ROBUST ledes av SINTEF Byggforsk (vertsinstitusjon) og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og gjennomføres i samarbeid med AF-Gruppen ASA, Glava AS, Hunton Fiber AS, Icopal AS, Isola AS, Jackon AS, Saint Gobain Byggevarer as, Moelven ByggModul AS, Rambøll Norge AS, Skanska Norge AS, Statsbygg og Takprodusentenes forskningsgruppe (TPF). Prosjektet ble igangsatt våren 2008 og vil pågå til utgangen av 2011.

I arbeidet med rapporten og utførelse av laboratorieprøvingen har mange av våre kolleger i avdeling Byggematerialer og konstruksjoner i SINTEF Byggforsk gitt viktige innspill og vært til god hjelp. En særlig takk til Øystein Holmberget og kvalitetssikrer Jon Lundesgaard.

Vi vil takke partnerne Hunton Fiber AS, Icopal AS, Isola AS og Saint Gobain Byggevarer as som har bidratt med produkter til laboratorieprøvingen. Vi vil rette en særlig takk til Natre Vinduer AS som bidro aktivt ved flere av løsningene.

Vi ønsker å rette en takk til prosjektets partnere og Norges forskningsråd for finansieringen av prosjektet.

Trondheim, januar 2012

Vivian Meløysund
SINTEF Byggforsk
Prosjektleder ROBUST

Arild Gustavsen
NTNU
Vitenskapelig ansvarlig ROBUST

Sammendrag

SINTEF Byggforsk Avd. for Byggematerialer og konstruksjoner har gjennomført laboratorieprøving av regntetthet til tetteløsninger rundt vindu. Prøvingen er utført innenfor forskningsprosjektet ROBUST.

Regntetthetsprøvingen er gjennomført etter NS-EN 1027 *Vinduer og dører – Regntetthet – Prøvingsmetode*, metode 1A - statisk trykk. Prøvemethoden er beregnet for prøving av regntetthet for dører og vinduer.

Prøvingen er gjort på prøvefelter av bindingsverk i tre og pusset mur med vinduskarmens utside plassert både utenfor og innenfor vindspærren. Følgende tetteløsninger er prøvd:

- Vindspærrestrimler klemt med lekter
- Fugemasse mot bunnfyllingslist
- Polyuretanskum
- Ekspanderende fugebånd
- Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimler og membraner med klebeevne

Resultatene er presentert slik at de viser største trykkforskjell uten at vann trengte gjennom tettingen rundt vindu. Prøvingen er gjort uten regnskjerm og er særlig relevant for byggeperioden før utvendig kledning monteres.

Ingen av prøvefeltene med vindspærrestrimmel klemt med lekter var regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Lekkasjene var forholdsvis små.

Ekspanderende fugebånd var i seg selv regntett ved 600 Pa. Det er viktig å være nøyaktig ved tilpasning av fugebåndet i hjørnene. Fugemasse mot bunnfyllingslist var i seg selv regntett ved 400 Pa. Polyuretanskum var i seg selv regntett ved 200 Pa. Når vinduskarmens utside plasseres innenfor vindspærren, må det monteres en membran med fall som drenerer vannet ut fra vinduet og utenfor vindspærren.

Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran gir god tetting og var regntett ved 600 Pa. Disse løsningene gir en sammenhengende lufttetting rundt hele vinduet. Samtidig fungerer tettingen som en membran som drenerer vannet ut fra vinduet og utenfor vindspærren.

Regntettheten til selve pussbehandlingen på prøvefeltet med puss på mur er godt dokumentert gjennom flere prøvinger i slagregnskap, blant annet i prosjektrapport 326 fra Norges byggforskningsinstitutt. Ingen av tetteløsningene rundt vindu montert i pusset mur var regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Den ytterste overflatebehandlingen (malingen) ble lagt på til slutt, inntil tettematerialet, og er etter vår vurdering årsaken til de tidlige lekkasjene. Selve tettematerialene og overgangen mot vinduskarmen var regntett ved minst 300 Pa. Prøvingen viste at løsningene vil være regntett ved minst 250 Pa etter at sålebensbeslag og belistning rundt vindu er montert.

Prøveresultatene må ses på som retningsgivende. Prøveoppstillingen i laboratoriet er ideell og gjenspeiler ikke den variasjonen en vil få ved reell utførelse på byggeplass. Prøvingen viste tydelig at en må være meget nøyaktig under monteringen for å oppnå god regntetthet.

Innhold

FORORD.....	3
SAMMENDRAG.....	4
1 INNLEDNING.....	7
1.1 BAKGRUNN	7
1.2 FORMÅL OG OMFANG	7
2 PRØVEMETODE.....	8
3 PRØVEFELTENE.....	10
4 BESKRIVELSE AV TETTELØSNINGENE SOM BLE PRØVD.....	12
4.1 VINDSPERRESTRIMLER AV POLYETYLENFIBRE KLEMT MED LEKTER.....	12
4.2 EKSPANDERENDE FUGEBÅND	13
4.3 FUGEMASSE MOT BUNNFYLLINGSLIST ELLER POLYURETANSKUM	14
4.4 TAPE	15
4.5 ULIKE KOMBINASJONER AV TAPE, VINDSPERRESTRIMMEL OG BUTYLMEMBRAN	16
4.6 VINDU MONTERT I PUSSET MUR.....	17
5 PRØVERESULTATER.....	19
5.1 VINDSPERRESTRIMLER AV POLYETYLENFIBRE KLEMT MED LEKTER.....	19
5.2 EKSPANDERENDE FUGEBÅND	20
5.3 FUGEMASSE MOT BUNNFYLLINGSLIST ELLER POLYURETANSKUM	20
5.4 TAPE	21
5.5 ULIKE KOMBINASJONER AV TAPE, VINDSPERRESTRIMMEL OG BUTYLMEMBRAN	21
5.6 VINDU MONTERT I PUSSET MUR.....	22
6 DISKUSJON.....	23
6.1 VINDSPERRESTRIMLER AV POLYETYLENFIBRE KLEMT MED LEKTER.....	23
6.2 EKSPANDERENDE FUGEBÅND	24
6.3 FUGEMASSE MOT BUNNFYLLINGSLIST ELLER POLYURETANSKUM	24
6.4 TAPE	25
6.5 ULIKE KOMBINASJONER AV TAPE, VINDSPERRESTRIMMEL OG BUTYLMEMBRAN	25
6.6 VINDU MONTERT I PUSSET MUR.....	26
7 OPPSUMMERING.....	27
8 REFERANSER.....	28

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Byggteknisk forskrift (TEK10) gir bestemte krav til bygningers energibruk, lufttetthet og fuktsikkerhet. SINTEF Byggforsk gjennomførte i 2009 en laboratorieprøving av *Regntetthet til vindspærre og tettemetoder rundt vindu* presentert i prosjektrapport 41 (2009). Prosjektrapport 41 anbefalte en videreføring i en ny laboratorieprøving for å kunne vurdere og sammenligne regntettheten til ulike tetteløsninger rundt vindu.

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk beskriver og viser flere tetteløsninger rundt vindu. Byggefirmaer og husprodusenter monterer vindu med et utall ulike tetteløsninger. Vindu og konstruksjonen rundt vindu er sårbar og blir ofte utsatt for byggskader på grunn av luftlekkasjer og inntregning av vann. For å redusere varmetapet rundt vindu, blir det mer og mer vanlig å plassere vinduskarmen inne i vegglivet. Når vinduet plasseres innenfor vindspærresjiktet er det særlig viktig å lage fuktsikre tetteløsninger rundt vindu for å unngå at vann trenger inn i veggkonstruksjonen.

Resultatene fra en laboratorieprøving kan også være til hjelp når en skal velge robuste løsninger på værutsatte steder.

1.2 Formål og omfang

Målet med laboratorieprøvingen har vært å undersøke regntettheten til ulike tetteløsninger rundt vindu. Det er forsøkt å velge tetteløsningene som er raske og enkle å montere slik at sikkerheten for å oppnå god tetting er god. Gjennom prøving i slagregnskap kan en tallfeste og sammenligne hvor regntett de ulike tetteløsningene er. Problemstillingen er særlig aktuell i byggeperioden, men er også relevant når en skal velge tetteløsninger avhengig av hvor slagregnsutsatt det er der bygget skal stå.

Laboratorieprøvingen var begrenset til å undersøke regntettheten. Andre viktige forhold med tetteløsningene rundt vindu slik som monteringsvennlighet, bestandighet og mulighet for justering av vinduet etter montering er ikke bedømt eller vurdert nærmere. For eksempel er bestandigheten til løsningene med polyuretanskum og løsningene med klebebånd og tape ikke vurdert. Vi er imidlertid kjent med at det leveres polyuretanskum som er fleksibelt og som skal beholde fleksibiliteten og heften over lang tid. På samme måte er vi kjent med at det leveres klebebånd og tape som beholder klebeevnen over lang tid. Budskapet må være at en må velge produkter som har dokumentasjon på at de er bestandige og egnet for bruken, for eksempel produkter med SINTEF Teknisk godkjenning.

Prøvingen ble utført på vinduer av tre montert i prøvefelter av bindingsverk av tre og pusset mur. Prøvingen ble utført med vinduskarmen plassert både utenfor og innefor vindspærren. Følgende tetteløsninger ble prøvd:

- | | |
|----------------------------------|---|
| Prøvefelt av bindingsverk i tre: | <ul style="list-style-type: none">- Vindspærrestrimmel med klemløst (Isola Soft Vindspærre)- Fugemasse mot bunnfyllingslist (Sikacryl-S)- Tape (Tyvec® Vindspærre Tape)- Ekspanderende fugebånd (Illmod Trio)- Ekspanderende fugebånd (CC-drevet)- Ekspanderende fugebånd (ISO-BLOKO One Control)- Polyuretanskum (Bostik All season)- Vindspærrestrimmel med tape (Isola)- Vindspærrestrimmel med tape (Icopal og 3M)- Membran av Butyl (Isola Flex Wrap) |
| Prøvefelt av pusset mur: | <ul style="list-style-type: none">- Fugemasse mot bunnfylling (Sikacryl-S)- Ekspanderende fugebåndslist (Illmod Trio)- Polyuretanskum (Bostik All Season) |

2 Prøvemethode

Regntetthetsprøvingen er gjennomført etter NS-EN 1027 *Vinduer og dører – Regntetthet – Prøvingsmetode*, metode 1A – statisk trykk. Prøvemethoden er beregnet for prøving av regntetthet for dører og vinduer. Metoden er også egnet for prøving av regntetthet på hele veggfelt med innmontert vindu.

De enkelte prøvefeltene ble montert i slagregnskapet som vist i figur 2.1. Dysene som sprøyter vann på prøvefeltet ble plassert ca. 30 cm over overkant vindu og innstilt med 24 grader helning ned i forhold til horisontallinjen. Dysene står med senteravstand ca. 42 cm og hver dyse gir en vannmengde på ca. 2 liter pr. minutt.

Regntetthetsprøvingen ble innledet med 15 minutter vannpåsprøyting uten trykkforskjell over prøvefeltet. Etter 15 minutter med nedsilende vann ble det opprettet et overtrykk i skapet slik at det ble en trykkforskjell over prøvefeltet. Regntettheten ble prøvd ved trykkforskjellene 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 og 600 Pa med en varighet på 10 minutter på hvert trykknivå, hele tiden med nedsilende vannmengde som nevnt ovenfor. Prøvestandarden angir 5 minutter på hvert trykknivå. På grunn av at det er en viss treghet for vannet å trenge gjennom en hel konstruksjon ble tiden på hvert trykknivå utvidet til 10 minutter.

Vannlekkasjene ble observert visuelt underveis i prøvingen. Lekkasjested, tidspunkt og trykkforskjell ble fortløpende registret på et eget skjema.



Figur 2.1. Et av prøvefeltene i slagregnskapet under prøving. Vindsperrestrimmel klemt med leker som tetting rundt vindu. Overgangen mellom karm og ramme er tapet da det er bare vindusinnsettingen som prøves.



Figur 2.2. Et av prøvefeldene i slagregnskapet under prøving. Enkelte vindusløsninger ble prøvd med regnskjerm i form av sålebensbeslag og kledning rundt vindu.

3 Prøvefeltene

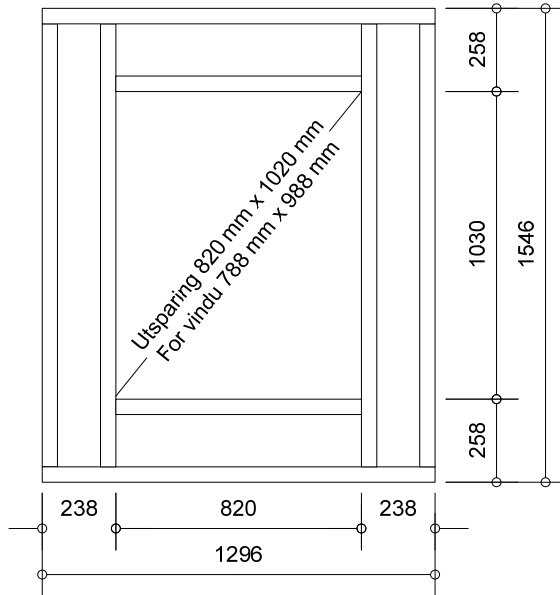
Prøvingen ble gjennomført på tre ulike typer prøvefelt, to bindingsverk i tre og ett i pusset mur. Alle prøvefeltene hadde utsparingsmål slik at det ble en fugebredde på ca. 16 mm fra vinduskarm og ut til bindingsverk eller puss.

Prøvefeltet som ble brukt der vinduskarmens utside var plassert utenfor vindspærresjiktet er vist i figur 3.1. Bindingsverket ble bygd med sviller og stendere i dimensjon 36 mm x 148 mm. Vindusutsparingen hadde mål 1220 mm x 1220 mm tilpasset vinduskarm med dimensjon 1188 mm x 1188 mm. Fugebredde mellom vinduskarm og bindingsverk ble dermed ca. 16 mm. Vindu ble satt på to bæreklosser ut mot hjørnene av bunnkarm. Vinduet ble festet med justeringshylser (vindusanker) i hver sidekarm. Vinduskarmen var plassert 42 mm utenfor vindspærren. Med en slik vindusplassering flukter utvendig vinduskarm med utvendig 19 mm kledning spikret på 23 mm lekter.



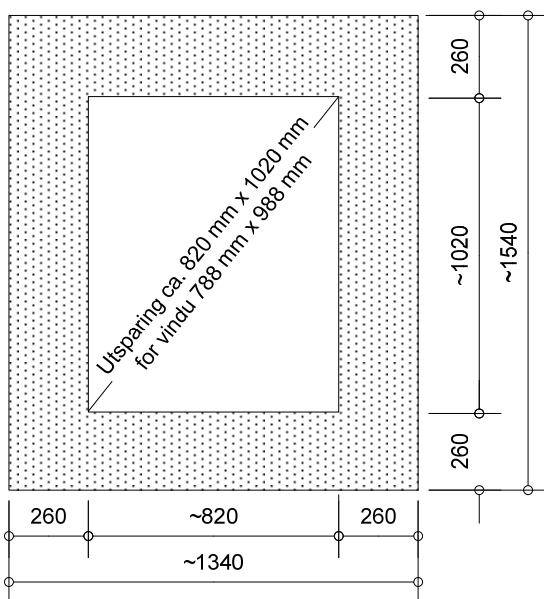
Figur 3.1. Detaljerte mål (mm) for bindingsverket i prøvefeltet der vinduskarm var plassert utenfor vindspærresjiktet.

Prøvefeltet som ble brukt der vinduskarmens utside var plassert innenfor vindspærresjiktet er vist i figur 3.2. Bindingsverket ble bygd opp med sviller og stendere i dimensjon 48 mm x 198 mm. Vindusutsparingen hadde mål 820 mm x 1020 mm tilpasset vindu med dimensjon 788 mm x 988 mm. Fugebredde mellom vinduskarm og bindingsverk ble dermed ca. 16 mm. Vinduet ble satt på to justeringshylser ut mot hjørnene av bunnkarm. Vinduet ble festet med to justeringshylser (vindusanker) i hver sidekarm.



Figur 3.2. Detaljerte mål (mm) for bindingsverket i prøvefeltet der vinduskarm var plassert innenfor vindspærren.

Prøvefeltet med pusset mur ble bygd opp av 25 cm Leca U-blokk med mål som vist i figur 3.3. Vegg og vindussmyg i prøvefeltet ble behandlet med to lag Weber base 261 Fiberpuss. Armeringsnett og hjørneprofiler ble bakt inn i første pusslag. Sluttbehandlingen bestod av to strøk Weber ton 303 silikatmaling tynnet med 10 % Weber ton silikatgrunning. Malingsstrøkene dekket fasade og vindussmyg inn til tetteløsning/vinduskarm. Denne løsningen ble valgt fordi malingsarbeidene ofte gjøres etter at vinduene er montert.



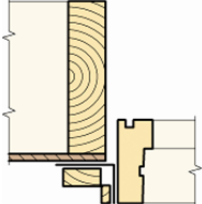
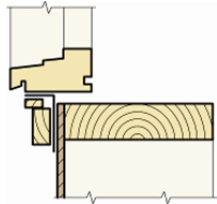
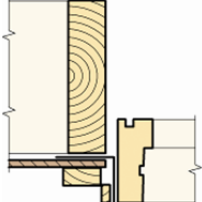
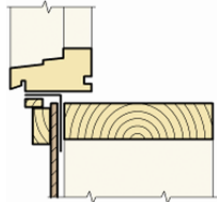
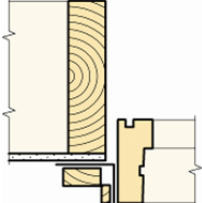
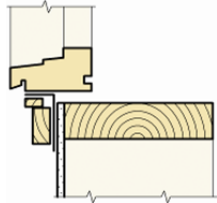
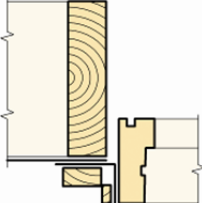
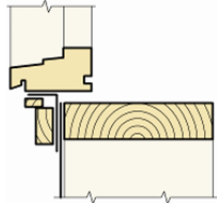
Figur 3.3. Detaljerte mål (mm) av prøvefeltet i pusset mur.

4 Beskrivelse av tettelsesningene som ble prøvd

Det ble prøvd i alt 18 ulike tettelsesninger rundt vindu som var innsatt i bindingsverk og pusset mur. Skisser av tettelsesningene med beskrivelse av materialene som er brukt på de ulike prøvene samt bilder fra monteringen er gjengitt i avsnittene 4.1 til 4.6.

4.1 Vindspærrestrimler av polyetylenfibre klemt med lekter

Tabell 4.1. Tettelsesninger med vindspærrestrimler av polyetylenfibre klemt med lekter. Vinduskarmens utside plassert utenfor vindspærren.

	Sidekarm Horizontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Vindspærre	Tettelsesning
1			Asfaltimpregnert trefiberplate (Hunton Asfalt Vindtett)	Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)
2			Asfaltimpregnert trefiberplate (Hunton Asfalt Vindtett)	Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)
3			Utvendig gipsplate (GU-X Norgips)	Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)
4			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)	Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)



Figur 4.1.1. Vindspærrestrimmel som tetting rundt vindu. Vinduskarms utside plassert utenfor vindspærren. Vindspærrestrimmen kan monteres enten under eller utenpå vindspærreplaten. Begge løsninger ble prøvd.



Figur 4.1.2. Vindsperrestrimmel som tetting rundt vindu. Vinduskarms utside plassert utenfor vindsperren. Vindsperre av gipsplate til venstre og duk av polyetylenfibre til høyre.

4.2 Ekspanderende fugebånd

Tabell 4.2. Tetteløsninger med ekspanderende fugebånd. Vinduskarm plassert innenfor vindsperren.

	Sidekarm Horizontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Vindsperre	Tetteløsning
5			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindsperre)	Ekspanderende fugebånd (ISO-BLOCO One Control) Membran av butylbånd (Flex Wrap)
6			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindsperre)	Ekspanderende fugebånd (Illmod Trio)
7			Asfaltimpregnert trefiberplate (Hunton Asfalt Vindtett)	Ekspanderende fugebånd (CC-drevet)



Figur 4.2.1. Montering av ekspanderende fugebånd som tetting rundt vindu. Fugebåndet monteres med overmåål i hjørnene for best tetting i fugen. Til høyre fugebånd rett etter montering før ekspansjon.



Figur 4.2.2. Montering av ekspanderende fugebånd som tetting rundt vindu. Fugebåndet leveres med forsegling av plastfolie for bedre tetting. Når forseglingen brytes ekspanderer fugebåndet. Til høyre inntregning av vann mellom fugebånd og membran under prøving.

4.3 Fugemasse mot bunnfyllingslist eller polyuretanskum

Tabell 4.3. Tetteløsning med fugemasse mot bunnfyllingslist og vinduskarms utside plassert utenfor vindspærren eller tettelse med polyuretanskum og vinduskarm plassert innenfor vindspærren.

	Sidekarm Horisontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Vindsperre	Tettelse
8			Utvendig gipsplate (GU-X Norgips)	Fugemasse mot bunnfyllingslist (Sikacryl-S)
9			Utvendig gipsplate (GU Norgips)	Polyuretanskum (Bostik All season)

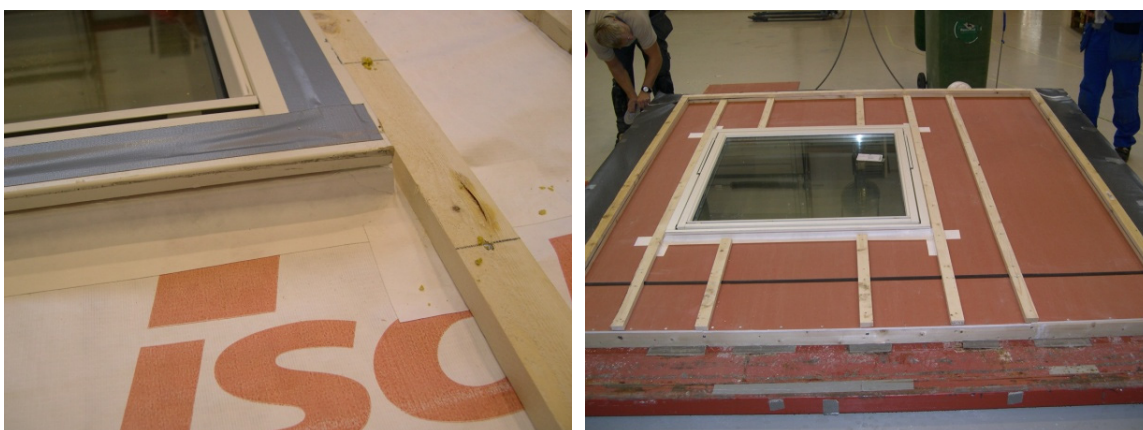


Figur 4.3.1. Polyuretanskum som tetting rundt vindu. Til høyre tetting med fugemasse mot bunnfyllingslist og inntregning av vann under prøving.

4.4 Tape

Tabell 4.4. Tetteløsninger med tape. Vinduskarms utside plassert utenfor vindspærren.

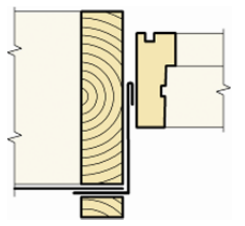
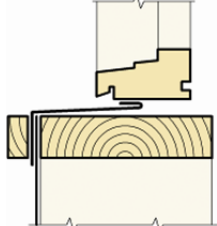
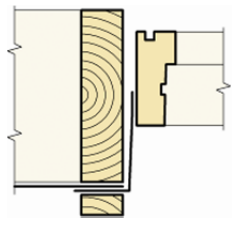
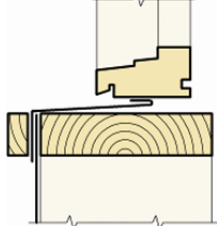
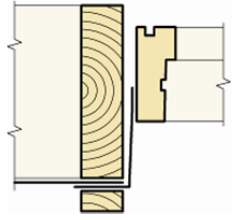
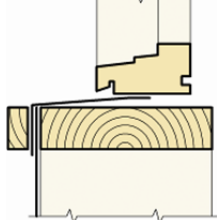
Nr.	Sidekarm	Bunnkarm	Vindsperre	Tetteløsning
	Horisontalsnitt	Vertikalsnitt		
10			Asfaltimpregnert trefiberplate (Hunton Asfalt Vindtett)	Tape (Tyvek Vindsperre Tape)
11			Gipsplate (GU Norgips)	Tape (Tyvek Vindsperre Tape)
12			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindsperre)	Tape (Tyvek Vindsperre Tape)



Figur 4.4.1. Tape som tetting rundt vindu. Til venstre tape mot vindspærreduk av polyetylenfibre. Til høyre tape mot vindsperre av gips.

4.5 Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran

Tabell 4.5. Tetteløsninger med ulike kombinasjoner av tape og vindspærreduk med klebing. Vinduskarmens utside plassert innenfor vindspærren.

	Sidekarm	Bunnkarm	Vindspærre	Tetteløsning
	Horisontalsnitt	Vertikalsnitt		
13			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre)	Membran av butylbånd (Flex Wrap)
14			Duk av polyetylenfibre (Isola Soft Vindspærre) Membran av klebende butyl (Flex Wrap) underkant vindu	Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre med tape (Isola Soft Vindspærre) (Isola klebetape) Ensidig tape venstre side Tosidig tape høyre side (Tyvek Vindspærre Tape) (Isola klebetape)
15			Duk av polypropylenfibre (Icopal Windbreake)	Vindspærrestrimmel av polypropylen (Icopal Windbreake) Tape mot vinduskarm og vindspærre (3M)



Figur 4.5.1. Butylmembran som tetting rundt vindu. Til høyre detalj fra underkant vindu.



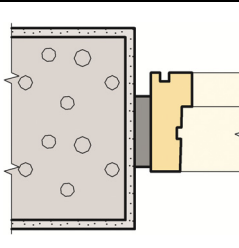
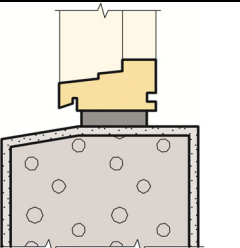
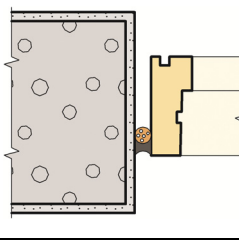
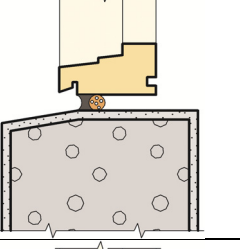
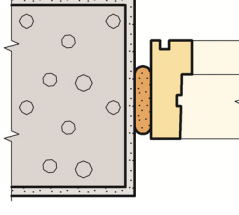
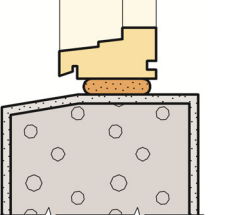
Figur 4.5.2. Vindspærrestrimler og vindspærre av polypropylenfibre festet med tape som tetting rundt vindu. Til venstre vises en ekstra fold i hjørnet for å få nok lengde til å klebe strimlen ut på vindspærren.



Figur 4.5.3. Vindspærrestrimler og vindspærre av polyetylenfibre som tetting rundt vindu. På den ene siden ble det brukt vindspærrestrimler med klebing (tosidig tape). På den andre siden ble vindspærrestrimlen festet til vindspærren med tape.

4.6 Vindu montert i pusset mur

Tabell 4.6. Vindu i pusset murverk. Tetteløsninger bestående av enten ekspanderende fugebånd eller fugemasse mot bunnfyllingslist eller polyuretanskum.

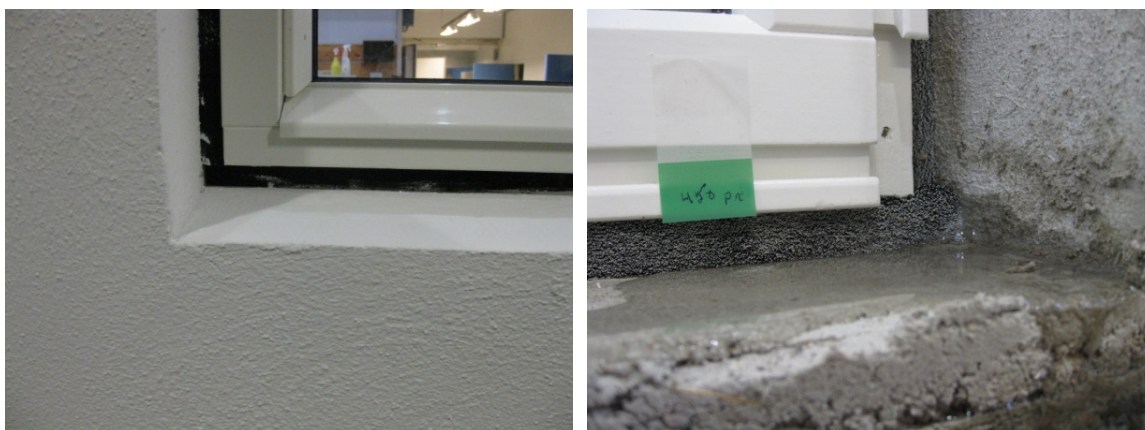
	Sidekarm Horisontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Tetteløsning
16			Ekspanderende fugebånd (Illmod Trio)
17			Fugemasse mot bunnfyllingslist (Sikacryl-S)
18			Polyuretanskum (Bostik All season)



Figur 4.6.1. Fra prøving av regntetthet på vindu i murfelt. Til høyre prøving med regnskjerm rundt vindu.



Figur 4.6.2. Polyuretanskum som tetting rundt vindu. Til venstre er vindu sett utenfra og til høyre innenfra.



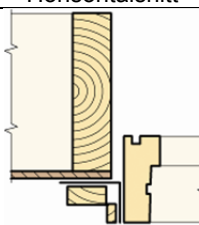
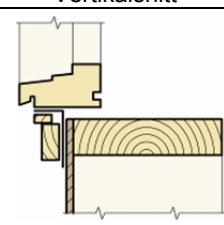
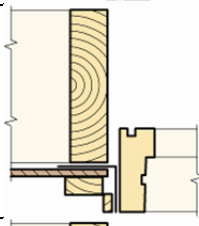
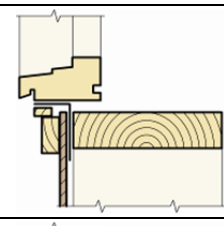
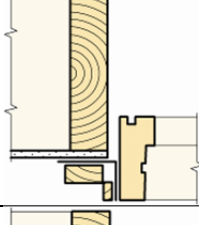
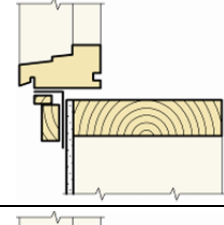
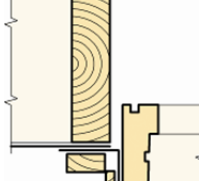
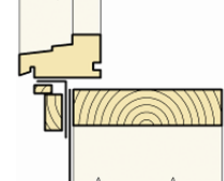
Figur 4.6.3. Ekspanderende fugebånd som tetting rundt vindu. Til venstre er vindu sett utenfra og til høyre innenfra.

5 Prøveresultater

Regntettheten til tettelsøsingene rundt vindu er oppgitt i avsnittene 5.1 til 5.6. Tallene i tabellene angir største trykkforskjell uten vannlekkasjer gjennom tettelsøsingene. Regntettheten er oppgitt både for hjørner, underside, overside og sidekanter av vindu.

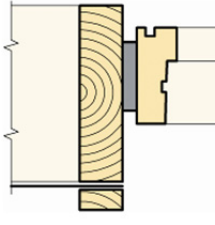
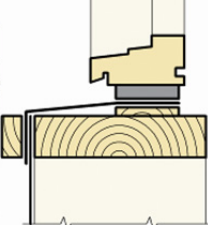
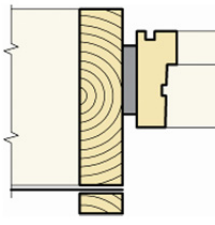
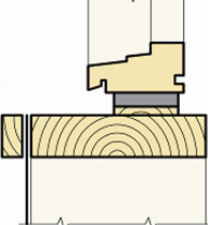
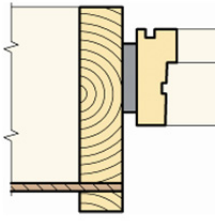
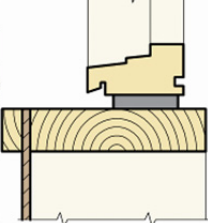
5.1 Vindsperrestrimler av polyetylenfibre klemt med lekter

Tabell 5.1. Tettelsøsing med vindsperrestrimler av polyetylenfibre klemt med lekter. Vinduskarmens utside plassert utenfor vindsperren.

	Sidekarm	Bunnkarm	Tettelsøsing Vindsperre	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
	Horisontalsnitt	Vertikalsnitt		Hjørner	Under	Over	Sider
1			Vindsperrestrimmel av polyetylenfibre Asfalt impregnert trefiberplate	0	0	0	600
2			Vindsperrestrimmel av polyetylenfibre Asfalt impregnert trefiberplate	50	0	100	250
3			Vindsperrestrimmel av polyetylenfibre Utvendig gipsplate	150	150	0	150
4			Vindsperrestrimmel av polyetylenfibre Duk av polyetylenfibre	0	0	0	600

5.2 Ekspanderende fugebånd

Tabell 5.2. Tetteløsninger med ekspanderende fugebånd. Vinduskarmens utside plassert innenfor vindspærren.

	Sidekarm Horisontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Tetteløsning Vindspærre	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
				Hjørner	Under	Over	Sider
5			Ekspanderende fugebånd med membran av butyl Duk av polyetylenfibre	100 600 ¹⁾	50 600 ¹⁾	600	600
6			Ekspanderende fugebånd med påføringslekt Duk av polyetylenfibre	600	150 600 ²⁾	600	600
7			Ekspanderende fugebånd Asfalt impregnert trefiberplate	600	0 600 ³⁾	600	600

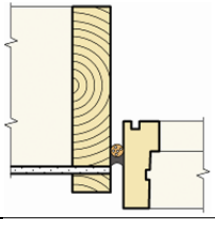
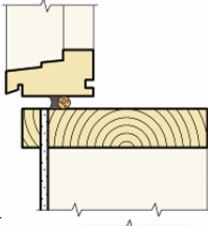
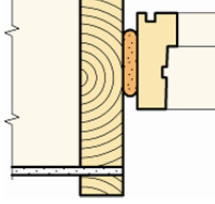
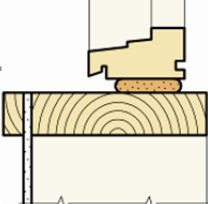
1) lekkasjene oppsto mellom fugebåndet og membranen. Flex Wrap har smale riller i overflatebelegget. Membranen var regntett ved 600 Pa og beskyttet mot lekkasjer inn i bindingsverket i underkant vindu og i nedre hjørner.

2) lekkasjene skjedde mellom påføringslekt og losholt. Selve fugebåndet og tettingen mellom vinduskarm og påføringslekt var regntett ved 600 Pa.

3) Prøve 7 ble i tillegg prøvd med regnskjerm i form av sålebensbeslag og kledning rundt vinduet. Med regnskjerm var løsningen regntett ved 600 Pa.

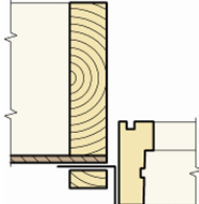
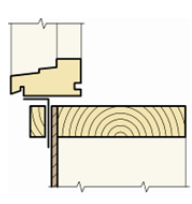
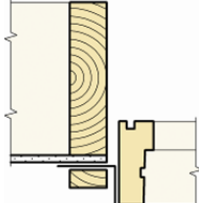
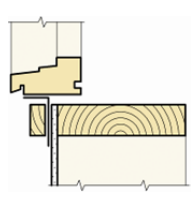
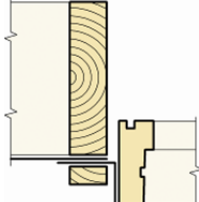
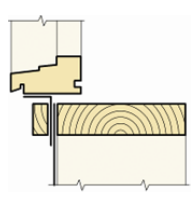
5.3 Fugemasse mot bunnfyllingslist eller polyuretanskum

Tabell 4.3. Tetteløsning med fugemasse mot bunnfyllingslist og vinduskarms utside plassert utenfor vindspærren eller tettelse med polyuretanskum og vinduskarm plassert innenfor vindspærren.

	Sidekarm Horisontalsnitt	Bunnkarm Vertikalsnitt	Tetteløsning Vindspærre	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
				Hjørner	Under	Over	Sider
8			Fugemasse mot bunnfyllingslist Utvendig gipsplate	400	400	100	400
9			Polyuretanskum Utvendig gipsplate	200	50	600	200

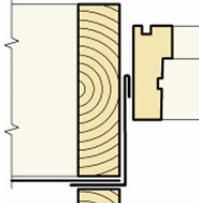
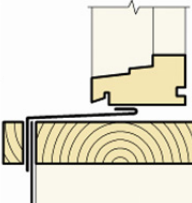
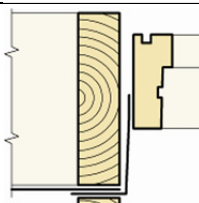
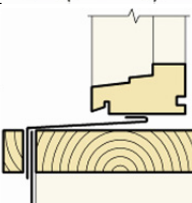
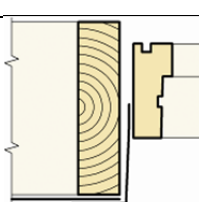
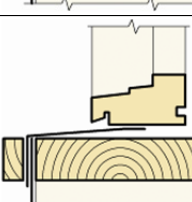
5.4 Tape

Tabell 5.4. Tetteløsninger med tape. Vinduskarms utside plassert utenfor vindspærren.

	Sidekarm	Bunnkarm	Tetteløsning Vindspærre	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
	Horisontalsnitt	Vertikalsnitt		Hjørner	Under	Over	Sider
10			Tape Asfalt impregnert trefiberplate	150	600	600	600
11			Tape Utvendig gipsplate	150	250	200	600
12			Tape Duk av polyetylenfibre	150	600	600	600

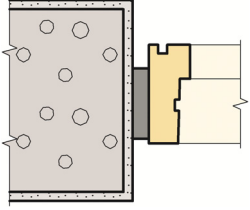
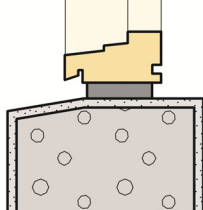
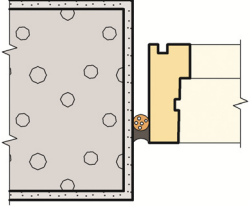
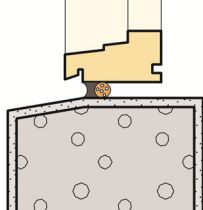
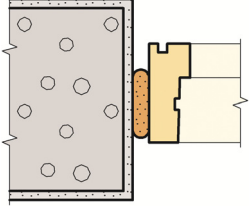
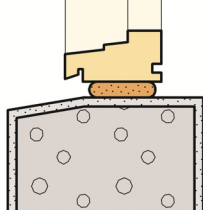
5.5 Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran

Tabell 5.5. Tetteløsninger med ulike kombinasjoner av tape og vindspærreduk med klebing. Vinduskarmens utside plassert innenfor vindspærren.

	Sidekarm	Bunnkarm	Tetteløsning Vindspærre	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
	Horisontalsnitt	Vertikalsnitt		Hjørner	Under	Over	Sider
13			Membran av butyl klebet til karm Duk av polyetylenfibre	600	600	600	600
14			Vindspærrestrimmel av polyetylenfibre med tape mot vegg og karm Membran av butyl klebet til karm i bunn Duk av polyetylenfibre	600	600	600	600
15			Vindspærrestrimmel av polypropylenfibre med tape mot vegg og karm Duk av polypropylenfibre	600	600	600	600

5.6 Vindu montert i pusset mur

Tabell 4.6. Vindu i pusset murverk. Tetteløsninger bestående av enten ekspanderende fugebånd eller fugemasse mot bunnfyllingslist eller polyuretanskum.

	Sidekarm	Bunnkarm	Tetteløsning	Regntett rundt vindu ved trykkforskjell i Pa			
				Hjørner	Under	Over	Sider
16			Ekspanderende fugebånd	0 ¹⁾	0 ¹⁾	600 ¹⁾	100 ¹⁾
				300 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾
				250 ³⁾	300 ³⁾	600 ³⁾	450 ³⁾
17			Fugemasse mot bunnfyllingslist	0 ¹⁾	100 ¹⁾	600 ¹⁾	600 ¹⁾
				600 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾
18			Polyuretanskum	0 ¹⁾	600 ¹⁾	600 ¹⁾	600 ¹⁾
				600 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾	600 ²⁾
				600 ³⁾	600 ³⁾	600 ³⁾	600 ³⁾

1) Lekkasjeene kom i overgang mellom fugetetting og puss

2) Regntetthet til selve fugematerialet og i overgang mellom fugetetting og vinduskarm

3) Regntetthet med regnskjerm utformet etter anbefalingene i Byggforskserien

6 Diskusjon

Regntetthetsprøvingen ga interessante resultater og gir et grunnlag for å vurdere regntettheten til ulike vindsperrmaterialer og detaljløsninger. Prøveresultatene må imidlertid sees på som retningsgivende. Prøveoppstillingen i laboratoriet er ideell og gjenspeiler ikke den variasjonen en vil få ved reell utførelse på byggeplass. Prøvingen viste at kvister og andre virkesfeil i trevirket samt uheldig plassering av spiker, skruer og kramper kan gi tidlige lekkasjer som ved økende trykkforskjell kan medføre forholdsvis store vannmengder.

Det var ikke mulig å tallfeste hvor store vannlekkasjene var. Enkelte lekkasjer var svært små, og enkelte lekkasjepunkter så ut til å tettes i løpet av prøvingen, trolig fordi trevirket svellet. De fleste lekkasjene økte imidlertid og vannet spredte seg raskt utover på stendere, losholter og sviller eller utover på det pussede murfeltet. Etter hvert som det ble mye vann, ble det også vanskelig å påvise nye lekkasjepunkter på prøvefeltet.

Alle lekkasjene ble forsøkt registrert ved den trykkforskjellen som de først oppstod ved, uavhengig av hvor store lekkasjene var. Svært små lekkasjer, noen få dråper, som tydelig avtok og ble tette senere under prøvingen ble imidlertid ikke tatt hensyn til.

Prøvingen ble gjennomført med regnbelastningen direkte mot vindsperrsjiktet. Slike forhold oppstår i byggeperioden før veggene kles utvendig. På ferdige bygg vil regnskjerm i form av sålebensbeslag og kledning gjøre at kun kraftig slagregn vil trenge inn på vindsperrsjiktet. Kraftig slagregn kan imidlertid også gi tilstrekkelig mengde vann inn på vindsperrsjiktet til å gi tilsvarende lekkasjer som under prøvingen.

Basert på preaksepterte vindsperrløsninger, tidligere prøving av regntetthet til ulike vindsperreprodukter og mange års erfaring, synes det riktig å anbefale at en vindsperre bør være regntett ved minst 300 Pa trykkforskjell ved prøving i slagregnskap. Dersom en skal anbefale samme regntetthet for tetteløsningene rundt vindu, betyr dette at enkelte vanlig brukte tetteløsninger må forbedres.

6.1 Vindsperrestrimler av polyetylenfibre klemt med lekter

Tetteprinsippet med vindsperrestrimler klemt med lekter mot vegg og vinduskarm er beskrevet i Byggforskserien og har vært vanlig brukt i flere tiår. For å få plass til lektene som skal klemme vindsperrestrimlen må en del av vinduskarmen stå utenfor vindsperrsjiktet. Denne løsningen er derfor ikke egnet når hele vinduskarmen skal plasseres innenfor vindsperran i varmeisolasjonssjiktet.

Det er vanskelig å oppnå god luft- og regntetthet i hjørnene dersom en monterer én vindsperrestrimmel langs hver sidekant av vinduskarmen. I prøving 1 til 4 ble det derfor montert én sammenhengende vindsperrestrimmel rundt hele vinduskarmen slik at vi fikk kun én skjøt. På grunn av sporet for sålebensbeslaget, er det begrenset plass for klemlekten mot bunnkarmen. Dette gjør at klemlekten mot bunnkarmen i praksis ofte ikke blir montert. Uten vindsperrestrimmel og klemlekt mot bunnkarmen må det benyttes andre tettemetoder i underkant vindu for å oppnå luft- og regntetting i vindsperrsjiktet.

Under slagregnsprøvingen ble det tidlige lekkasjer i hjørnene. Dette skyldtes ujevnheter i tappeforbindelsene slik at lektene ikke ga god klemming av vindsperrestrimlen mot vinduskarmen. I tillegg hadde vinduskarmene utfresinger og spor slik at det var vanskelig å oppnå god sammenhengende klemming med vindsperrestrimmel og klemlekt. Det ble observert ulik regntetthet i hjørnene på de fire prøvefeltene som ble prøvd. Dette skyldes etter vår vurdering tilfeldigheter med planheten i hjørnene til vinduskarmene og hvor god klemming vi klarte å oppnå med lektene. Selv om det ble lekkasjer i hjørnene ved lave trykkforskjeller, så trenger slike lekkasjer ikke være så alvorlige da det er forholdsvis små vannmengder som trenger igjennom.

Det ble gjort prøving med vindsperrestrimlen lagt både utenpå vindsperreplaten og innunder vindsperreplaten. Når vindsperrestrimlen legges utenpå vindsperreplaten, gir den god beskyttelse av platekanten og omlegget i underkant av vinduet blir riktig slik at vann dreneres utenpå vindsperren. I overkant vindu blir imidlertid omlegget feil slik at det kan trenge vann inn mellom vindsperrestrimlen og vindsperreplaten. Vi har ikke funnet noen forklaring på at regntettheten i underkant av vindu var bedre for prøvfeltet med gipsplater. De tidlige lekkasjene i overkant av prøvfeltet med gipsplater skyldes imidlertid at det trengte inn vann i den vertikale plateskjøten over vindu. Forsøkene bekrefter at det gir bedre beskyttelse mot vanninntregning i overkant av vindu når vindsperrestrimmelen plasseres innunder vindsperreplaten.

Ingen av prøvfeltene med vindsperrestrimmel var regntett rundt hele vinduet ved trykkforskjell over prøvfeltet. Lekkasjene var forholdsvis små.

6.2 Ekspanderende fugebånd

I alt ble tre ulike løsninger med ekspanderende fugebånd prøvd, prøve nr. 5 til 7. Prøvingen ble ikke gjort for å sammenligne de ulike fugebåndene. Hensikten med prøvingen var mer å få mer kunnskap om hvor regntette de ekspanderende fugebåndene var, og hvor enkle de var å montere for å oppnå de tettegenskapene som produsentene oppgir for produktene.

Det ekspanderende fugebåndet i prøve 5 skilte seg ut fra de andre ekspanderende fugebåndene ved at båndet etter fjerning av forseglingen, er belagt med en tynn plast på innvendig sidekant av båndet. Produsentene oppga at alle de tre fugebåndene var behandlet med en vannavvisende impregnering på utvendig sidekant. Med unntak av fugebåndet i prøve 5 som var belagt med plast, vil båndenes luft- og regntetthet variere med hvor mye båndene er komprimert. Produsentenes monteringsveiledning og anbefalinger for fugebredder ble imidlertid fulgt ved montering av alle de tre prøvene.

Alle de tre prøvene var regntett ved 600 Pa i overkant av vinduet og langs begge sidekanter. Dette underbygger at det ikke er vesentlige forskjeller i regntetthet til de ulike produktene.

Fugebåndet i prøve 6 og prøve 7 skulle kappes i hjørnene. Det var svært viktig å være nøyaktig med kapping og tilpasning av fugebåndene i hjørnene for å oppnå god regntetthet. I tillegg til å kappe fugebåndene med et visst overmål i hjørnene, var det nødvendig å presse endene av fugebåndet ut mot hjørnet i utsparingen. I henhold til monteringsveiledningen skulle fugebåndet i prøve 5 ikke kappes, men legges sammenhengende med et visst overmål i hjørnene. Prøve 5 hadde noe dårligere regntetthet i hjørnene enn prøve 6 og 7.

De ulike løsningene som ble valgt i underkant av vinduene er trolig årsaken til at det ble registrert noe forskjellig regntetthet mellom bunnkarm og losholt. Membranen i prøve 5 ga god beskyttelse mot vanninntregning i bindingsverket og var vanntett ved 600 Pa. Etter vår vurdering er det de smale rillene i overflaten på membranen som er årsaken til de forholdsvis tidlige lekkasjene mellom fugebånd og membran. Prøve 6 ble oppbygd med en påføringslekt for å gi plass for sålebensbeslaget. Påføringslekten gjorde at det ikke ble stående vann direkte underkant av fugebåndet. Fugebåndet fikk derfor noe bedre beskyttelse mot vanninntregning enn i prøve 7. Prøve 7 ble i tillegg prøvd med regnskjerm i form av sålebensbeslag og kledning rundt vinduet slik som anbefalt i Byggforskserien. Med regnskjerm var prøve 7 regntett ved 600 Pa.

6.3 Fugemasse mot bunnfyllingslist eller polyuretanskum

Tetting med fugemasse mot bunnfyllingslist har vært vanlig brukt som tetting rundt vindu i flere tiår, se prøve nr. 8 og 9. Fugemasse rundt vindu har vært betraktet som rasjonell å montere og å gi god tetting. I prøve 8 var vinduskarmen plassert utenfor vindsperren slik at selve vinduskarmen i overkant av vinduet var mer utsatt for slagregn. Med en slik plassering ble imidlertid losholten i underkant av vindu mer skjermet. På grunn av at det la seg mer vann på

vinduskarmen i overkant av vindu ble de første lekkasjene registrert her. Overkant vindu var regntett ved 100 Pa, mens sidekanter og underkant av vindu viste god regntetthet med 400 Pa.

Tetting med polyuretanskum rundt vindu blir mye brukt og er svært raskt og enkelt å legge ut. I prøve 9 var vinduskarmen montert innenfor vindspærren. På grunn av at det la seg mye vann på losholten i underkant av vinduet ble de første lekkasjene registrert her. Tetting med polyuretanskum viste brukbar regntetthet og var regntett ved 50 Pa i underkant vindu, 200 Pa langs sidekanter og 600 Pa i overkant av vindu.

6.4 Tape

Tetteløsninger med tape som har klebefelt kun på én side er best egnet når vinduskarmen stikker utenfor vindspærren slik at en får tilstrekkelig plass til å klebe tapen mot vinduskarmen. I prøve nr. 10, 11 og 12 var vinduskarmen plassert så langt ute i vegglivet at tapen kunne monteres etter at vinduet var satt inn i prøvefeltet.

Den største utfordringen med tape er å få til god tetting i hjørnene. Tapen som ble brukt var ikke tøyelig, og det var derfor vanskelig å legge tapen sammenhengende rundt hjørnene av vinduskarmen. Prøve 10 og 12 var regntett i hjørnene ved 100 Pa mens under vindu, langs sider og over vindu var regntett ved 600 Pa.

Prøve 11 skiller seg noe ut ved at en så tidligere lekkasjer under og over vindu. Lekkasjene over vindu skyldes at det trengte vann inn i den vertikale skjøten mellom gipsplatene. Vannet rant inn i plateskjøten og ble synlig oppe på vinduskarmen. Lekkasjene over vindu kunne vært unngått dersom den vertikale plateskjøten ble tapet slik at en hindret vann fra å trenge inn i skjøten. Det ble også en liten lekkasje under et av vinduene. Dette skyldtes at det var et utfrest spor i vinduskarmen og at tapen ikke var montert så nøyaktig at den klebet og tettet godt.

Prøvingen viste at det kreves noe øvelse for å montere tapen så nøyaktig at den tetter godt. Det er enklere å montere tape som har todelt beskyttelsespapir. Forøvrig viste prøvingen at tape gir god regntetting når den er montert nøyaktig.

6.5 Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran

Når vinduskarmen skal plasseres innenfor vindspærren, er det nødvendig å sikre med en duk eller membran som leder vannet ut på vindspærren. Tetteløsninger med ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran er egnet når vinduskarmen er plassert innenfor vindspærren. I prøve nr. 13, 14 og 15 var vindu plassert innenfor vindspærren og tettingen var utført slik at det ble en sammenhengende luft- og regntetting rundt hele vinduet. I alle de tre prøvene ble tetteløsningen montert på vinduskarmen før vinduet ble montert inn i bindingsverket.

I prøve 13 ble det montert en sammenhengende butylmembran mot vinduskarmen rundt hele vinduet. Tetteløsningen med klebende membran av butyl var meget robust og var regntett ved 600 Pa.

I prøve 14 ble det montert en butylmembran i underkant av vinduet og ca. 150 mm opp i vindussmyget på hver side av vinduet. Langs sidene og over vinduet ble det montert en vindspærrestrimmel. På den ene siden ble vindspærrestrimmen festet med tape mot membranen i bunn, mot vinduskarmen og mot vindspærren. På den andre siden ble vindspærrestrimmelen klebet med tosidig tape mot membranen i bunn, mot vinduskarmen og mot vindspærren. Tetteløsningen med butylmembran og vindspærrestrimmel var regntett ved 600 Pa.

I prøve 15 ble det montert en sammenhengende vindspærrestrimmel rundt hele vinduet. Vindspærrestrimmelen ble tapet mot vinduskarmen og mot vindspærren. Tetteløsningen med vindspærrestrimmel og tape var regntett ved 600 Pa.

6.6 Vindu montert i pusset mur

Regntettheten til selve pussbehandlingen på prøvefeltet er godt dokumentert gjennom flere prøvinger i slagregnskap, blant annet i prosjektrapport 326 fra Norges byggforskningsinstitutt (2002).

Tre ulike tetteløsninger rundt vindu montert i pusset mur ble prøvd, se prøve nr. 16 til 17. Tetteløsningene som ble prøv var ekspanderende fugebånd, fugemasse mot bunnfylling og polyuretanskum.

Prøve 16 ble utført med ekspanderende fugebånd. Tettebåndet fylte godt ut i spalten mellom vinduskarmen og pussen. Det ytterste malingsjiktet ble lagt på etter at vinduet var montert i prøvefeltet og dekket bare inn til fugebåndet. Overgangen mellom malingsjiktet og fugebåndet blir derfor utsatt for lekkasjer og var ikke regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Overflaten på pussjiktet var naturlig nok litt ru og gjorde at fugebåndet ikke ga en sammenhengende tetting mot pussoverflaten. De første lekkasjene kom under vinduet og i de nedre hjørnene av vinduet. Langs sidene var overgangen mellom malingsjiktet og fugebåndet regntett ved 100 Pa. Selve fugebåndet og tettingen inn mot vinduskarmen fungerte godt og var regntett ved 300 Pa i hjørnene og ved 600 Pa ellers rundt vinduet. Prøve 16 ble også prøvd med sålebensbeslag og belistning rundt vinduet. Med regnskjerm var løsningen regntett ved 250 Pa. De første lekkasjene kom også her i overgangen mellom pussjiktet og fugebåndet.

Prøve 17 ble utført med fugemasse mot bunnfyllingslist. På samme måte som for prøve 16 var overgangen mellom malingsjiktet og fugemassen utsatt for lekkasjer og løsningen var ikke regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Det oppnås trolig bedre regntetthet dersom malingsjiktet legges først slik en kan fuge mot malingsjiktet. Selve fugemassen og overgangen mot vinduskarmen var regntett ved 600 Pa.

Prøve 18 ble utført med polyuretanskum. Fugeskummet fyller godt ut mot ujevnheter i pussjiktet. På samme måte som for prøve 16 og 17 var overgangen mellom malingsjiktet og polyuretanskummet ikke regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Selve fugeskummet og overgangen mot vinduskarmen var regntett ved 600 Pa. Prøve 18 ble også prøvd med sålebensbeslag og belistning rundt vinduet. Med regnskjerm var løsningen regntett ved 600 Pa.

7 Oppsummering

Det synes riktig å anbefale at en tetteløsning rundt vindu skal være regntett ved minst 300 Pa trykkforskjell ved prøving i slagregnskap. Regntettheten til tetteløsningene rundt vindu er særlig viktig i byggeperioden før sålebensbeslag og kledning rundt vinduet monteres. For å redusere varmetapet anbefales det av energihensyn å plassere vinduet innenfor vindspærresjiktet. Dette forutsetter imidlertid gode tettedetaljer. Regntettheten til tetteløsningene rundt vindu er svært viktig når vinduskarmens utside er innenfor vindspærren for å unngå at regnvann trenger inn i veggkonstruksjonen.

Basert på prøvingen i slagregnskapet kan følgende resultater for de ulike tetteløsningene rundt vindu oppsummeres:

Vindspærrestrimmel klemt med lekter mot vindspærre og vinduskarm kan normalt bare brukes når vinduskarmen er plassert så langt ut at klemløstene kan monteres utenfra. Ingen av prøvefeltene med vindspærrestrimmel klemt med lekter var regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Lekkasjene var forholdsvis små.

Ekspanderende fugebånd var i seg selv regntett ved 600 Pa. Det er viktig å være nøyaktig ved tilpasning av fugebåndet i hjørnene. Når vinduskarmens utside plasseres innenfor vindspærren, må det monteres en membran med fall som drenerer vannet ut fra vinduet og utenfor vindspærren. Membranen må ha en slett overflate slik at fugebåndet ekspanderer og tetter godt ut mot membranen.

Fugemasse mot bunnfyllingslist var i seg selv regntett ved 400 Pa. Horisontale flater der det kan demme seg opp med vann inn mot fugen var mer utsatt og var regntett ved 100 Pa. Polyuretanskum var i seg selv regntett ved 200 Pa. Når vinduskarmens utside plasseres innenfor vindspærren, må det monteres en membran med fall som drenerer vannet ut fra vinduet og utenfor vindspærren.

Tape var i mange tilfeller regntett ved 600 Pa. Hjørnene av vinduskarmen var mest utsatt for lekkasjer og var regntett ved 150 Pa. Det er viktig at tapen monteres nøyaktig, særlig i hjørnene.

Ulike kombinasjoner av tape, vindspærrestrimmel og butylmembran gir god tetting og var regntett ved 600 Pa. Disse løsningene gir en sammenhengende lufttetting rundt hele vinduet. Samtidig fungerer tettingen som en membran som drenerer vannet ut fra vinduet og utenfor vindspærren.

Vindu montert i pusset mur ble prøvd med tetteløsninger av ekspanderende fugebånd, fugemasse mot bunnfylling samt tetting med polyuretanskum. Ingen av løsningene var regntette ved trykkforskjell over prøvefeltet. Den ytterste overflatebehandlingen (malingen) ble lagt på til slutt, inntil tettematerialet, og er etter vår vurdering årsaken til de tidlige lekkasjene. Selve tettematerialene og overgangen mot vinduskarmen var regntett ved minst 300 Pa. Prøvingen viste at løsningene var regntette ved minst 250 Pa etter at sålebensbeslag og belistning rundt vindu er montert.

8 Referanser

- Kvande, T., Waldum A.M. (2002)
Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjenning, Prosjektrapport 320, Norges byggforskningsinstitutt
- Kvande, T., Waldum A.M. (2002)
Effekt av maling og tynnpuss på pussfasadar, Prosjektrapport 326, Norges byggforskningsinstitutt
- Kvande, T., Lisø, K.R., Time, B. (2007):
Luftede kledninger. Klimapåkjenninger, erfaringer og anbefalinger, Rapport 2, SINTEF Byggforsk, Oslo
- Pedersen T.E., Bakken N., Time B. (2008)
Regntetthet for kombinerte undertak og vindsperrer på rull, Prosjektrapport 23, SINTEF Byggforsk, Trondheim
- Skogstad H.B., Pedersen T.E., Holmberget Ø. (2009)
Regntetthet til vindsperre og tettemetoder rundt vindu, Prosjektrapport 41, SINTEF Byggforsk, Trondheim
- NS-EN 1027, Norsk Standard (2000)
Vinduer og dører, Regntetthet, Prøvingsmetode, Standard Norge
- Byggdetaljer 523.701 Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2002
- Byggdetaljer 523.702 Innsetting av vindu i mur- og betongvegger, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2002
- Byggdetaljer 573.121 Materialer til luft- og damptetting, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2003
- Byggdetaljer 542.003 Totrinnetning mot slagregn på fasader. Luftede kledninger og fuger, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2007
- Byggdetaljer 523.255 Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2007

SINTEF er Skandinavias største forskningskonsern. Vår visjon er «Teknologi for et bedre samfunn». Vi skal bidra til økt verdiskapning, økt livskvalitet og en bærekraftig utvikling. SINTEF selger forskningsbasert kunnskap og tilhørende tjenester basert på dyp innsikt i teknologi, naturvitenskap, medisin og samfunnsvitenskap.

SINTEF Byggforsk er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt og Norges viktigste formidler av forskningsbasert kunnskap til bygge- og anleggsnæringen. Vi skaper verdier for våre kunder og for samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling. Våre publikasjoner omfatter Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm, håndbøker, rapporter, faktabøker og beregnings- og planleggingsverktøy.

