

# **Temperaturen på innsiden av forseglede ruter ved forskjellige bunnfalsarrangementer**

**Temperature on inside surface of sealed glazing units at different bottom rebate details**

**Av sivilingeniør Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt og ingeniør Odd Sæten, Drammens Glassverk.**

**NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT**



# Temperaturen på innsiden av forseglede ruter ved forskjellige bunnfalsarrangementer

Av sivilingeniør Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt og ingeniør Odd Sæten, A/S Drammens Glassverk

sg 69.028.2 : 691.615  
G  
24

A: 69.028.2 : 536.5

Vinduer for forseglede ruter ble tidligere utført med vanlig rettvinklet fals. Dette var den gang en naturlig utvikling fra vinduer med enkelt glass. Falsen ble bare gjort noe bredere og dypere, slik at det ble tilstrekkelig plass til rute og glasslist. Til å begynne med ble også de forseglede ruter innsatt med linoljekitt, men dette viste seg raskt ikke å kunne følge med i bevegelsene mellom rute og ramme/karm. Dermed var man inne i en kontinuerlig utvikling av nye tetningsmasser, over plastiske vinduskitt og plastiske fugemasser til elastiske fugemasser av forskjellig slag.

Erfaringene med disse nyere produkter har imidlertid vist seg å være svært blandede. Det har forekommet en mengde lekkasjer, med vannskader, råte i trevirke m.m. som resultat. I det hele tatt har det vist seg at det å få noe perfekt og varig tett med en en-trinns tetning nærmest er en utopi. Denne erfaring fra fasadefuger har ført til det anerkjente prinsipp om to-trinns tetninger som i dag også anbefales som fugeløsning mellom glass og vinduskarm/ramme. Man regner kort sagt med at det vil komme noe vann inn i falsen, og at dette derfor må ledes ut i det fri igjen. Dette er bakgrunnen for de av-

skrådde bunnfals med fall utover og drenering under bunnglasslisten.

Utviklingen er idag kommet dit hen at det stort sett råder enighet om at vinduer for forseglede ruter skal ha luftede og drenerte bunnfals. Et spørsmål i denne forbindelse som imidlertid hittil har stått ubesvart, er hvordan dreneringsarrangementene innvirker på varmegjennomgang og temperaturfordeling i vinduets underkant. Vil dreneringen av bunnfalsen skape en uheldig kuldebro langs rutens nedre kant? Meningene pendler her mellom to ytterpunkter. Noen besvarer det nevnte spørsmål med et ubetinget ja, mens

andre hevder at luftvekslingen langs rute-kanten vil foregå så langsomt at temperaturen på rutens innside bare vil bli ubetydelig lavere enn ved gammeldags fylt fals.

For å klarlegge de faktiske forhold, tok AS Drammens Glassverk i mars 1971 initiativet til en serie temperaturmålinger ved Norges byggforskningsinstitutt's avdeling i Trondheim. Et program ble utarbeidet av de to interesserte parter i fellesskap, og arbeidet satt i gang omgående ved laboratoriet i Trondheim. I tillegg til forskjellige varianter av dreneringssystemet omfattet programmet også forskjellig bunnfalsbeskyttelse og forskjellige glasslister.

## UTFØRELSE

Til forsøkene ble det benyttet en vanlig dobbelt Drammen Isolerrute i størrelse 820 mm x 1200 mm med 12 mm luftrom. Ruten ble satt inn i en fast karm som i grunnformen hadde en utførelse som vist i Fig. 1. Programmet omfatter følgende 11 varianter.

1. Drenert fals ifølge NBI med plasttapebelagt fals, dreneringer på undersiden av bunnglasslist av tre, plastisk kitt innvendig og topp-forsegling med silicon utvendig.
2. Drenert fals med «løftet» bunnglasslist av tre, avstand 3 mm, ellers som 1.
3. Som 2, men avstand 5 mm.
4. Som 2, men avstand 7 mm.
5. Drenert fals med «løftet» bunnglasslist av aluminium, avstand 3 mm, ellers som 1.
6. Som 5, men avstand 5 mm.
7. Som 5, men avstand 7 mm.
8. Som 1, men med svensk plastdekklist istedenfor plasttape.
9. Som 1, men med aluminiumsbeslag istedenfor plasttape.
10. Rett fals, drenert ved utfreste spor i karm, ellers som 1.
11. Rett fals, ikke drenert/luftet, helt fylt med plastisk kitt.

Karmen ble satt inn i vegg mellom varmt og kaldt rom, med falsen mot kalldsidens. Nærmere detaljer angående de enkelte varianter vil fremgå av Fig. 2 og 3.

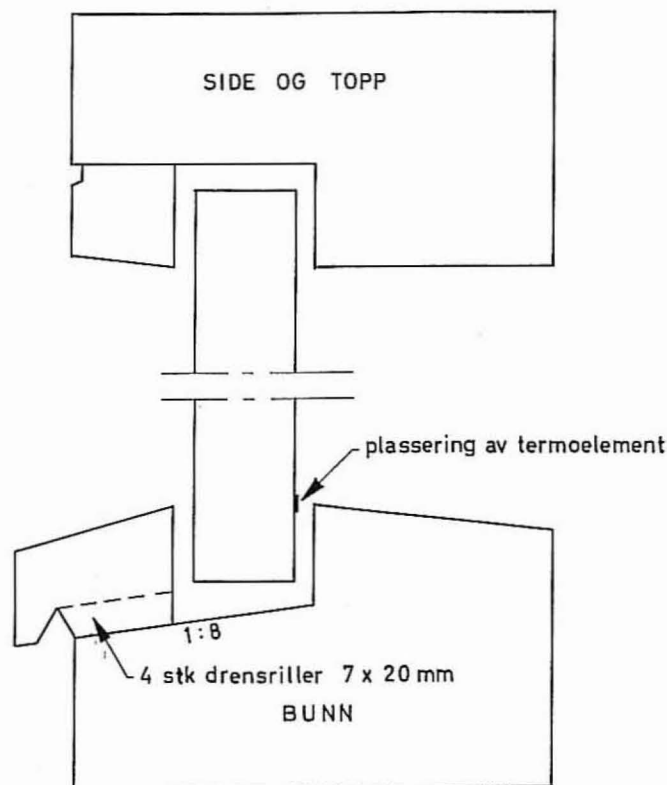


Fig. 1. Snitt gjennom karm med glasslister og rute.

Ved variant 1 hadde drensrillene på undersiden av bunnglasslisten et tverrsnitt på 7 x 20 mm, og var plassert ca. 50 mm fra enden av listen samt c/c ca. 250 mm, i alt 4 riller.

Ved variant 2, 3 og 4 ble bunnglasslisten avfreset på undersiden og resten av rillene utfylt, og listen løftet henholdsvis 3, 5 og 7 mm med avstandsbrikker av plast og/eller gummi, plassert ved festeskruene i c/c ca. 250 mm.

Ved variant 5, 6 og 7 ble benyttet en svensk bunnglasslist av aluminium (se detalj). Listen ble benyttet i uforandret stand fra variant 5 til variant 6 og 7, hvilket betyr at overdekning utvendig ble større ved de to sistnevnte varianter.

Ved variant 8 ble brukt samme glasslist som ved variant 1. På grunn av dekklistens tykkelse ble overdekningen utvendig en drøy mm større enn ved variant 1.

Som bunnfalsbeskyttelse ved variant 9 ble montert en modifisert svensk standardprofil av aluminium, ca. 1,5 mm tykkelse. Sammenliknet med variant 1 ble også her utvendig overdekning øket med profiltykkelsen.

Utførelse av variant 10 og 11 fremgår av illustrasjonene.

Til temperaturmålingene ble det pålimt 4 stk. termoelement på rutens innside, et i hvert av de nedre hjørner, et på midten i bunnen samt et midt på ruten. De tre førstnevnte ble montert i flukt med kanten av kittet som vist på Fig. 1.

Tabell I. Overflatetemperatur i °C på dobbeltruter ved forskjellig falsarrangement, omregnet til innelufttemperatur + 20 °C og utelufttemperatur ÷ 20 °C.

Variant nr.	Nedre venstre hjørne «Vind»	Midt på underkanten «Noe vind»	Nedre høyre hjørne «Stille»	Rutens midtpunkt
1	-6,0	-5,3	-4,4	+5,8
2	-6,6	-6,0	-4,7	+5,8
3	-6,4	-5,8	-4,6	+5,8
4	-6,4	-5,8	-4,9	+5,6
5	-7,4	-6,8	-6,7	+6,0
6	-7,8	-7,3	-6,8	+6,2
7	-7,9	-7,3	-6,7	+6,3
8	-5,8	-5,0	-4,5	+6,0
9	-6,0	-5,6	-4,8	+5,9
10	-5,9	-4,9	-4,4	+5,9
11	-5,6	-4,6	-4,8	+5,9

Temperaturen på innsiden (romsiden) ble regulert til ca. + 20 °C med en regulerings-transformator og en rorovn plassert i bak-kanten av rommet. Derved fikk man en konstant nedadgående luftstrøm på romsiden.

På utsiden (kaldsiden) ble temperaturen regulert til ca. - 20 °C med vanlig kjøleanlegg. En ekstra vifte ble plassert foran vinduets nedre venstre hjørne regnet fra innsiden. Viften ga en vindhastighet på ca. 2 m/sek. mot dette hjørnet med avtagende vindhastighet over mot det andre.

## RESULTAT

De virkelige lufttemperaturer kunne under målingene ikke holdes eksakt som forutsatt (+ 20 °C respektive ÷ 20 °C). Dette er det i praksis ikke mulig å få til. Avviket er imidlertid ikke større enn at man med letthet kan kompensere for det. Ved å regne om til utelufttemperatur og innelufttemperatur på respektive ÷ 20 °C og + 20 °C, vil man kunne foreta direkte sammenlikning mellom de forskjellige målinger. De omregnede verdier er gjengitt i tabell I.

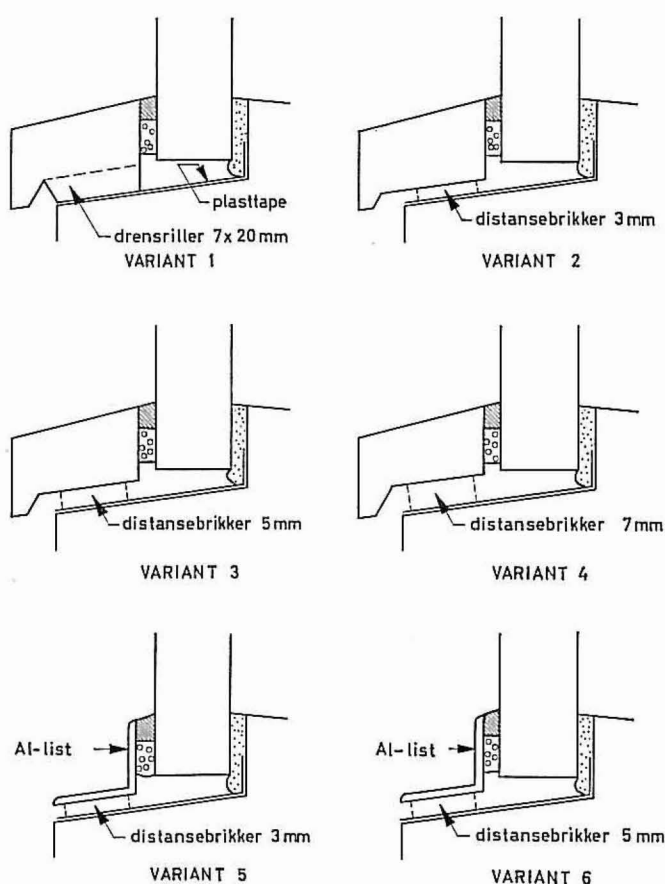


Fig. 2. Detaljer ved innsetting, variant 1-6.

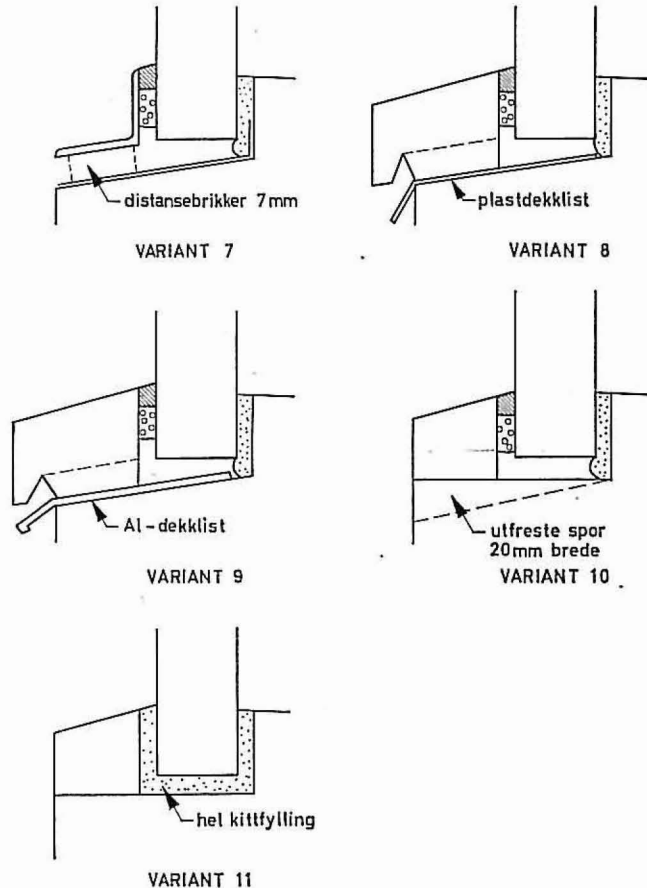


Fig. 3. Detaljer ved innsetting, variant 7-11.

Det er tydelig at de laveste temperaturer oppstår der hvor vinduet er utsatt for vind. Dette er også hva man kan vente seg, dels på grunn av nedsatt varmeovergangsmotstand, og dels på grunn av økt konveksjon i dreneringen.

Om forholdene hadde vært helt like ved de forskjellige måleserier, skulle den beregnede temperatur i rutens midtpunkt ha vært eksakt den samme ved alle varianter. Som man vil se varierer imidlertid temperaturen opptil 0,4 °C fra middelverdien på +5,9 °C. Dette skyldes at de utførte målinger er meget folsomme for tilfeldige variasjoner, slik at avvik av denne art er helt uunngåelige. Dette må man ta hensyn til ved ikke å legge avgjørende vekt på avvik på noen tiendedels grader.

Tabellen viser imidlertid tydelig at variant 5, 6 og 7 med aluminiumglasslist gir 2 °C lavere temperatur enn de øvrige. Dette skyldes først og fremst den lave varmegjennomgangsmotstand i metallet, men også dels noe kraftigere lufting av falsen ved den løftede glasslist. Variantene 2, 3 og 4 med løftet treglasslist gir nemlig også temperaturer som ligger noe i underkant av de resterende. Det dreier seg her imidlertid om avvik på 1 °C eller mindre. De av de undersøkte va-

rianter av drenerte falser som har gitt de gunstigste resultater, er de med drensriller i glasslist eller fals.

Plastbeslag i bunnfalsen (variant 8) i stedet for plasttapebelegning gjør ingen vesentlig forskjell. Aluminiumsbeslag (variant 9) innvirker heller ikke vesentlig på de målte temperaturer. Dette må skyldes at beslaget bare stikker ubetydelig ut over kanten av falsen og stort sett er dekket av bunnglasslisten mot avstråling til omgivelsene. Tidligere målinger (se NBI særtrykk nr. 129, side 9) viser at metallbeslag som gikk inn under ruten kunne senke randtemperaturen med mellom 2 og 2,5 °C. I dette tilfelle dreiet det seg imidlertid om et regulært sålbenkbeslag med stor utvendig fri flate.

Hel kittfylling av falsen gir som ventet gunstige temperaturforhold. Forskjellen fra de bedre løsninger med luftede falser er imidlertid bare noen tiendedels grader og kan ikke brukes som argument for at varianten bør benyttes.

#### SLUTNING

Forsøkene har vist at lufting av bunnfals gjennom drensriller i glasslist eller ramme/karm kun gir ubetydelig lavere temperatur enn ved fylt fals. En slik løsning må derfor

anbefales ut fra funksjonsmessige synspunkter. Belegning av bunnfalsen med plast- eller metallbeslag istedenfor plasttape er også fullt akseptabelt. Sålbenkbeslag bør derimot ikke føres inn i falsen helt under ruten.

Ordnes luftingen og dreneringen av falsen ved å løfte bunnglasslisten, blir temperaturforholdene noe ugunstigere, idet temperaturredifferansen i forhold til fylt fals er målt til maksimum 1 °C. Denne temperaturforskjell er så liten at den normalt vil være uten betydning. Bare når vinduet sitter i et rom med ugunstige temperaturer og fuktighetsforhold, vil temperatursenkningen kunne gi uheldige utslag. En løftet bunnglasslist av tre med spalteåpning ca. 5 mm anses likevel normalt som en akseptabel løsning.

Variantene med bunnglasslist av aluminium har gitt en temperatursenkning på opp til 2,7 °C i forhold til fylt fals. Dette er såpass betydelig at det kan gi uønskede følger i form av tidlig kondens og isdannelse på rutenes innside. Man bør derfor være forsiktig med å bruke bunnglasslist av aluminium på trevinduer. Det må imidlertid tilføyes at det er i boliger kondensrisikoen normalt er størst. I kontorer og andre bygninger med relativt tørt innneklima vil det nevnte forhold neppe være av noen vesentlig betydning.