

Erfaringer med forseglete ruter

Experiences with double-sealed glazing units

Av sivilingeniør TORE GJELSVIK

Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



OSLO 1967

Erfaringer med forseglete ruter

Sivilingeniør Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt

sg 69.028.2 : 69/615
7
9
3.4

UDK 691.6

Forseglete ruter er en fellesbetegnelse på forskjellige typer fabrikkfremstilte to- eller flerlags glassruter med tørr luft eller gass mellom glassene, og lufttett forsegling langs kantene. De mest anvendte typer har to lag glass i 12 mm avstand og er forseglet ved vanlig atmosfæretrykk.

De eksisterende rutekonstruksjoner kan inndeles i 3 hovedgrupper ut fra utførelsen av kantforsegling, fig. 1.

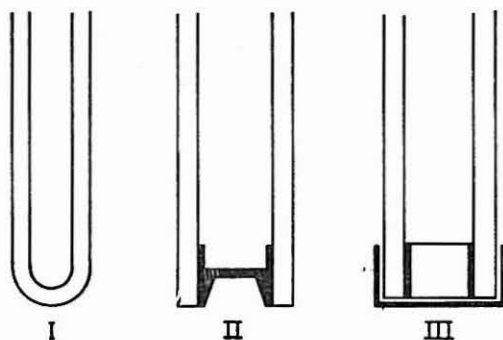


Fig. 1. De tre hovedgrupper av rutekonstruksjoner.

Gruppe I omfatter ruter med sammensveisede glasskanter. Slike ruter har hittil bare vært markedsført som dobbeltruter. Produksjonen foregår ved at to enkle glassruter holdes i en bestemt avstand fra hverandre mens kantene oppvarmes, smeltes og sveises sammen. Det blir satt av et lite hull i det ene hjørnet. Gjennom dette hull skiftes luften ut med rensset, uttørret luft før rutene endelig forsegles. Ved sammensveisingen av glasskantene oppnår man en fullstendig stiv konstruksjon. Ruter i gruppe I kan derfor bare lages med små glassavstander, i praksis foreløpig bare med 5–7 mm. Ved større glassavstander er det stor fare for at rutene vil sprekke ved de bevegelser som oppstår ved vekslende lufttrykk og temperatur.

Gruppe II omfatter ruter med et loddet metallsteg og en direkte glassmetallforbindelse mellom glassene. Glasskantene blir først metallisert med smeltet metallisk kopper. Dette blir deretter fortynnet og et tynt blybånd loddet til kantene. Det stikkes en hel del små huller i blybåndet, og luften skiftes ut med rensset tørr luft før hullene loddes igjen, slik at rutene er forseglet. Den direkte glass-metallforbindelsen er i seg selv stiv, men på grunn av det tynne blybåndet må konstruksjonen som helhet betraktes som halvstiv. Rutene fremstilles vanligvis som dobbeltruter og trippelruter, men kan også lages med et større antall glass. Glassavstander for tiden er fra 6 til 15 mm.

Gruppe III omfatter ruter hvor en avstandslist er

limt mellom glassene. Listene kan være av forskjellige materialer og tverrsnittformer, og hjørnesammenføyningene utføres på forskjellige måter. Vanligvis dreier det seg om kanalformede metallister som helt eller delvis er fylt med et fuktabsorberende stoff, som f.eks. silicagel. Utvendig anvendes ofte en U-formet list for å beskytte glasskantene og hjelpe til å holde ruten sammen. Konstruksjonene kan være myke, halvstive eller stive, avhengig av hvilke materialer som er benyttet. De fleste fabrikata kan leveres både som dobbelt- og trippelruter, såvel som med et større antall glass. Glassavstander for tiden er fra 4 til 19 mm.

Nærmere beskrivelse av en del rutetyper finnes i et av Norges byggforskningsinstitutts byggedetaljblad [1].

Om kantforseglingen er tilstrekkelig tett og luftrommet fra begynnelsen av tilstrekkelig uttørret, vil det i praksis ikke danne seg dugg mellom glassene i forseglete ruter. Men om forseglingen blir utett, vil fuktighetsinnholdet i luftrommet etter hvert øke, og det vil kunne danne seg kondens mellom glassene under visse temperaturforhold. Fuktighetstransporten inn i rutene kan skje såvel ved luftstrømninger som ved diffusjon. Andre prosesser, såsom avspalting av vann fra limstoffer, kan likeledes bidra til å øke fuktighetsnivået. Større utettheter kan også resultere i at støvpartikler m. m. følger med luftstrømningene.

Kondens mellom glassene kan i seg selv være generende nok. Langt verre er det at den etter hvert vil føre til en utvasking av salter fra glasset, såkalt scumming, som gradvis vil gjøre rutene ugjennom-siktige. En forseglet rute må derfor betraktes som defekt straks det oppstår kondens mellom glassene. Man bør kunne stille meget strenge krav til kantforseglingens tetthet og varighet.

Forseglete ruters bestandighet

Norges byggforskningsinstitutts første laboratorieforsøk med forseglete ruter ble gjennomført så tidlig som i 1959, og resultatene publisert i 1962 [2]. Uavhengig av disse er det gjennomført undersøkelser i Australia [3], Canada [4], [5] og USA [6]. Instituttets første feltundersøkelser ble gjennomført i Trondheimsområdet. Senere er disse fulgt opp av en større undersøkelse på Østlandet [7] og en enda større undersøkelse i Vest-Norge [8], [9].

Resultatene fra disse undersøkelser har tydelig vist at det er meget vanskelig å oppnå en effektiv og varig forsegling av rutene. For enkelte fabrikata

er resultatene gode og den forventede levetid fullt akseptabel, for andre igjen betenkelig dårlige. De dårligste typer har riktignok heldigvis forsvunnet fra markedet av seg selv, men man har ingen garanti for at det ikke kan dukke opp mindreverdige produkter igjen med mindre det finnes pålitelige akselererte prøvningsmetoder som kan avsløre slike på et tidlig tidspunkt. Ønskemålet om en akselerert prøvning var bakgrunnen for Norges byggforskningsinstitutt's første laboratorieforsøk [2] og også for alle laboratorieforsøk som er gjennomført i de påfølgende år, i stor utstrekning som oppdrag for forskjellige private oppdragsgivere. De generelle erfaringer fra alle disse forsøk vil bli behandlet her.

Påkjenninger på kantforseglingen

De aktuelle påkjenninger på kantforseglingen hos forseglede ruter ble grundig diskutert før de første forsøk ble satt i gang. Det var om å gjøre å få påkjent forseglingen på samme måte som i praksis, men i sterkt akselerert grad. Sjøkkvirkninger som ikke forekom i praksis, måtte imidlertid unngås.

Påkjenningene på en rute kan selvsagt variere sterkt fra ett tilfelle til et annet, men følgende påkjenningstyper er iallfall aktuelle:

a) *Transportpåkjenninger* som rutene kan bli utsatt for på veien fra fabrikk til byggeplass. Disse påkjenninger kan dels være av rent mekanisk art som støt, slag og rystelser, og dels skrive seg fra lufttrykkvariasjoner ved transport i varierende høyde over havet.

b) *Monteringspåkjenninger* på byggeplassen vil vel også stort sett være av mekanisk art og variere med den aktsomhet som blir vist under innsetting av rutene. Det foreligger mange muligheter for påkjenninger på grunn av feilaktig dimensjonerte rammer og karmen, vindskjevhet, feilaktig falsutforming, feil oppklossing, kjemiske angrep på kantforseglingen av kitt eller fugemasser m. m.

c) *Variasjoner i lufttrykket* vil påkjenne rutene på samme måte som variasjoner i høyden over havet. Et trykkfall vil føre til en luftstrøm gjennom det som måtte finnes av små utetheter i kantforseglingen. En endring i lufttrykket vil også føre til at glassrutene bøyes inn mot hverandre eller ut fra hverandre slik at kantforseglingen blir utsatt for vridningspåkjenninger.

De årlige variasjoner i lufttrykket kan i Norge gå opp i mellom 100 og 120 millibar og døgnvariasjonene i 30 til 40 millibar. Disse variasjonene vil imidlertid delvis gi seg utslag i et overtrykk og delvis i et undertrykk i rutene og vil også stort sett bli utlignet ved glassrutenes bøyninger og de derav medfølgende volumforandringer. Disse forhold vil redusere betydningen av lufttrykkvariasjonene betraktelig. Ved kontrollberegning finner man at den største for-

skyvning midt på rutene vil være mindre enn $\pm 10\%$ av glassavstanden, for 12 mm luftrom mindre enn ± 1 mm.

d) *Vekslende temperaturer* vil påvirke kantforseglingen på to forskjellige måter. For det første vil det kunne bli store skjærpåkjenninger i kantforseglingen, avhengig av utvidelseskoefisientene til de inngående materialer. Disse påkjenninger vil være størst i rutens hjørner og større jo lengre rutens sidekant er. Videre vil en endring i luftrommets middeltemperatur påkjenne kantforseglingen på samme måte som variasjoner i lufttrykket. I dette tilfelle vil imidlertid påkjenningene være større jo mindre rutene er.

I praksis vil forseglede ruter kunne bli utsatt for ganske store temperatursvingninger. De høyeste temperaturer vil forekomme der hvor en mørk fasade står i sterk sol. I et slikt tilfelle vil temperaturen i den oppadstigende luftstrømmen komme opp i minst $+70^\circ\text{C}$. Laveste vintertemperatur i Norge ligger på omkring -40°C . Svingninger mellom disse ytterpunkter vil selvsagt være meget langsomme, men det er sannsynlig at døgnvariasjoner på minst 50°C vil kunne forekomme.

e) *Vindpåkjenninger* vil lett kunne bli temmelig store, spesielt på utsatte steder. Den vanlige formel for vindtrykk er

$$p = \frac{1}{16} \left(v \pm \frac{v}{2} \right)^2,$$

hvor p er vindtrykket i mm VS, v den gjennomsnittlige vindhastighet over en ti minutters periode og $\pm \frac{v}{2}$ representerer variasjonene, vindstøtene, innenfor denne perioden. I praksis vil man mange steder langs den norske kysten hvert år ha stormperioder hvor overtrykket i bygene kan komme opp i mellom 100 og 150 mm VS, i ekstreme tilfeller i atskillig mere. Selv på mindre utsatte steder kan påkjenningene på høyhus bli meget store.

Vindtrykket virker for det meste bare på den ene siden av en forseglet rute, og vil resultere i at glasset utsettes for kraftige bøyepåkjenninger. Rutestørrelsen og glasstykkelsen vil selvsagt ha stor betydning, men med de glasstykkeler som vanligvis benyttes, vil forskyvningen i rutens sentrum lett kunne komme opp i 5 mm.

f) *Sollys, spesielt ultrafiolett stråling*, kan være skadelig for ruter hvor kantforseglingens tetthet er basert på en limt eller kittet forbindelse. En rekke organiske tetningsmasser har nemlig vist seg å løse fra glass om kontakflaten utsettes for solstråling gjennom glasset. I en rekke av de limte konstruksjoner er imidlertid de limte flater metallprofiler. Ved innsatte ruter vil også fals, beskyttet mot direkte bestråling av utvendige glasslister, fugemasser og lignende gi ytterlig-

ere avskjerming. Under normale forhold er det derfor bare multireflektert lys som vil nå frem til de limte flater.

- g) *Vann* har vist seg å kunne føre til hurtig nedbrytning av kantforseglingen, spesielt ved enkelte typer limte rutekonstruksjoner. Dette gjelder imidlertid ruter som har vært feilaktig innsatt, slik at de nærmest har blitt stående i vann. I de senere år er det blitt utført en rekke undersøkelser i forbindelse med innsetting av forseglede ruter [10] [11] [12] [13] [14] [15]. Med de nåværende anbefalinger til innsetting [16] skulle slike feil kunne unngås.
- h) *Mekaniske påkjenninger på grunn av rystelser* vil særlig være aktuelle der hvor rutene er montert i dører eller bevegelige vinduer, i bygninger med større maskiner og i fasader som er utsatt for sterke rystelser fra tungtrafikk og støy. Fra begynnelsen av visste man lite om hvilken innflytelse disse påkjenninger hadde. Feltundersøkelsene har senere vist at denne type påkjenninger kan være av avgjørende betydning i mere spesielle tilfeller.

Av de behandlede påkjenningstyper må transport- og monteringspåkjenninger nærmest betraktes som tilfeldige. Transportpåkjenningene kan lett reduseres ved egnede tiltak, og med de nåværende innsetningsanvisninger [16] skulle også monteringspåkjenningene praktisk talt kunne elimineres. De egentlige klimapåkjenninger må sies å være variasjoner i lufttrykket, vekslende temperaturer, vind og sollys. Vann og vibrasjoner vil riktignok kunne være av betydning i enkelte mere spesielle tilfeller, men bør kunne holdes utenfor normale prøvningsmetoder.

På grunnlag av de forutgående betraktninger ble det besluttet å bygge apparatur hvor ferdig innsatte ruter kunne utsettes for temperaturvekslinger og pulserende vindtrykk. Variasjoner i lufttrykket ble funnet å kunne sløyfes, idet påkjenningene fra de to andre faktorer ville være vesentlig kraftigere. På den annen side ble det ansett ønskelig å ha med

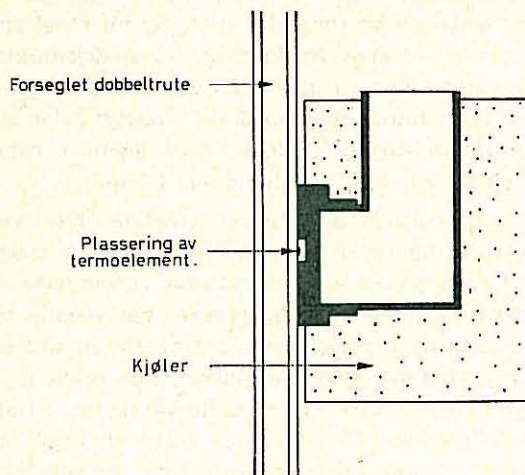


Fig. 2. Duggpunktmåling på dobbeltrute.

sollys, men dette måtte sløyfes av praktiske grunner. En rutestørrelse på 1200×1700 mm med 12 mm luftrom og 4 mm glasstykkelse ble ansett å svare best mulig til de praktiske forhold.

Apparatur for duggpunktmålinger

Det er som tidligere nevnt, viktig at fuktighetsinnholdet i luftrommet er så lite at det i praksis ikke vil danne seg dugg mellom glassene. Det har derfor stor interesse å kunne måle rutens duggpunkt. Selve duggpunktet er definisjonsmessig den temperatur hvor vanddampens metningstrykk er lik vandamptrykket i luften. Det må ikke forveksles med den utendørstemperatur hvor det i praksis vil kunne danne seg dugg mellom glassene.

Duggpunktet for forseglede ruter lar seg kontrollere ved en lokal nedkjøling av en del av glassflaten, inntil det danner seg dugg eller rim på den ene siden som vender mot luftrommet inne i rutene. Fig. 2 viser et snitt gjennom den kjøleren som er utviklet ved Norges byggforskningsinstituttets laboratorium i Trondheim. Denne kjøler er laget av messing, og selve kjøleflaten er polert, forniklet og forkrommet. Under målingene er kjøleren fylt med en kuldeblanding av kullsyreis og sprit med en temperatur på -75°C . Opprinnelig var duggpunktmetoden basert på at det skulle limes termoelementer på utsiden av rutene. Under målingene ble kjøleren plassert i kontakt med glasset slik at termoelementet ble liggende i et spor i kjøleren uten direkte kontakt med denne. God termisk kontakt ble oppnådd ved å fukte kjøleflaten og glasset med sprit. Glasset ble kjølt ned og temperaturen avlest i det øyeblikk dugg ble observert. Alle duggpunkttemperaturer ble altså målt på utsiden av glasset i det øyeblikk det dugget på innsiden.

Denne metode er senere blitt suksessivt videre utviklet [17]. Først ble målt duggpunkttemperatur utvendig, kalibrert opp som funksjon av duggdannelses-tiden. Derved kunne termoelementet og det tilhørende måleutstyr sløyfes. Endelig ble det tatt opp kurver som viste duggdannelses-tiden i avhengighet av det virkelige duggpunkt i luften mellom glassene. Disse kurver er gjengitt i fig. 3. Det høyeste tillatte duggpunkt er, med en viss sikkerhetsmargin, blitt fastlagt til -5°C . Dette betegnes den kritiske grense.

Apparatur for klimapåkjenninger

Fig. 4 viser NBI's apparat for klimapåkjenninger på forseglede ruter i den nåværende versjon, etter å være blitt flyttet, ombygget og forbedret. Apparatet så til å begynne med litt anderledes ut, men har hele tiden i prinsipp vært det samme. Systemet består av 3 karmer i teak. I hver karm kan det settes inn 4 rammer med hver sin forseglede rute. Når dette er gjort, danner hvert system en lukket kasse hvor det kan sirkuleres luft med regulerbart trykk og regulbar temperatur. Det er med andre

ord luften inne i kassene som representerer uteklimaet. Hele apparatet er plasert i laboratoriet, som da representerer innklimaet med + 20 °C.

Apparatet kan reguleres på to måter. Den ene muligheten er å la en høytrykksvifte sørge for lufttilførselen til kassene. Under kjøringen tilkobles et pulserende spjeld som gjør at luften tilføres støtvis, som vindkast. Denne pulseringen svarer ganske bra til de trykkvariasjoner man vil få etter vindtrykk-

formelen $p = \frac{1}{16} \left(v \pm \frac{v}{2} \right)^2$. Det pulserende spjeldet

hadde til å begynne med en frekvens på 6 perioder pr. minutt, men ble allerede etter de første forsøk endret til 5 perioder pr. minutt. Topstrykket inne i kammerne under vindstøtene kan reguleres fra 10 og opp til 100 mm VS. Dette svarer til vindstyrker Beaufort nr. 5 til 11. Temperaturen på luften inne i kassene, målt midt foran rutene, kan varieres mellom + 10 og + 50 °C. De laveste av disse temperaturer oppnås ved å blande inn koldluft fra kuldekammeret.

Den andre muligheten er å la en lavtrykksvifte blåse koldluft fra kuldekammeret og direkte inn i kassene gjennom et eget sett meget grovere kanaler. På denne måten kan temperaturen inne i kassene bringes ned i - 10 °C. Overtrykket er imidlertid ubetydelig, og det er heller ingen mulighet for pulsering. Ved å veksle mellom varmt- og kaldtkjøring kan rutene utsettes for temperaturvekslinger.

Forsøkernes utførelse

Innsettingen av rutene i prøveapparatet ble første gangen besørget av fagfolk og i overensstemmelse med vanlig innsettingspraksis. Den benyttede metode viste seg imidlertid ganske snart å være ubrukelig under norske klimatiske forhold. Til de senere

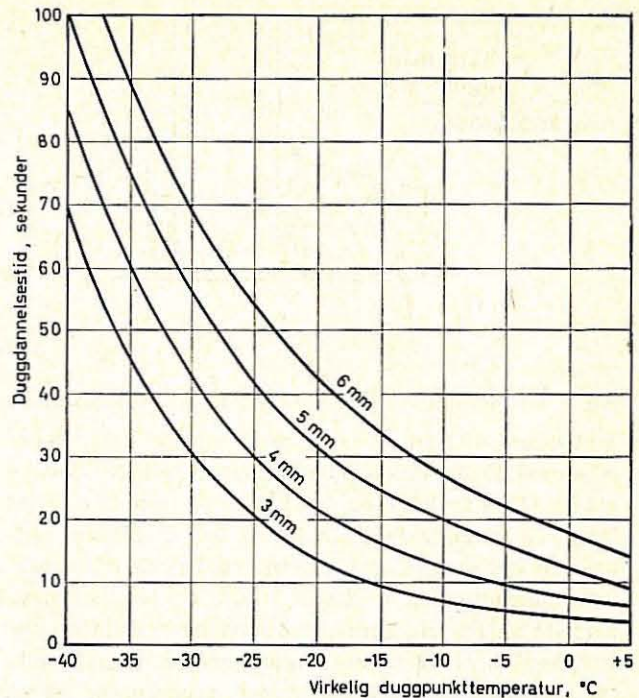


Fig. 3. Duggdannelsesetid kontra virkelig duggpunkttemperatur ved NBI's målemetode. Rutetemperatur + 20 °C, glassstykkelse 3—6 mm.

forsøk ble det derfor benyttet en bedre metode hvor sidefugene var sikret med avstandsklosser, fig. 5, og arbeidet utført av laboratoriets egne folk.

Ved de første laboratorieforsøkene ble vindpåkjenningene startet på et moderat nivå og suksessivt øket etter hvert. Detaljer angående dette program vil fremgå av Rapport 33. Ved alle senere forsøk, fra 1961 og utover, har påkjenningene vært i overensstemmelse med et noe revidert forsøksprogram, basert på erfaringene fra de første forsøk og de senere tilgjengelige meteorologiske data [18].

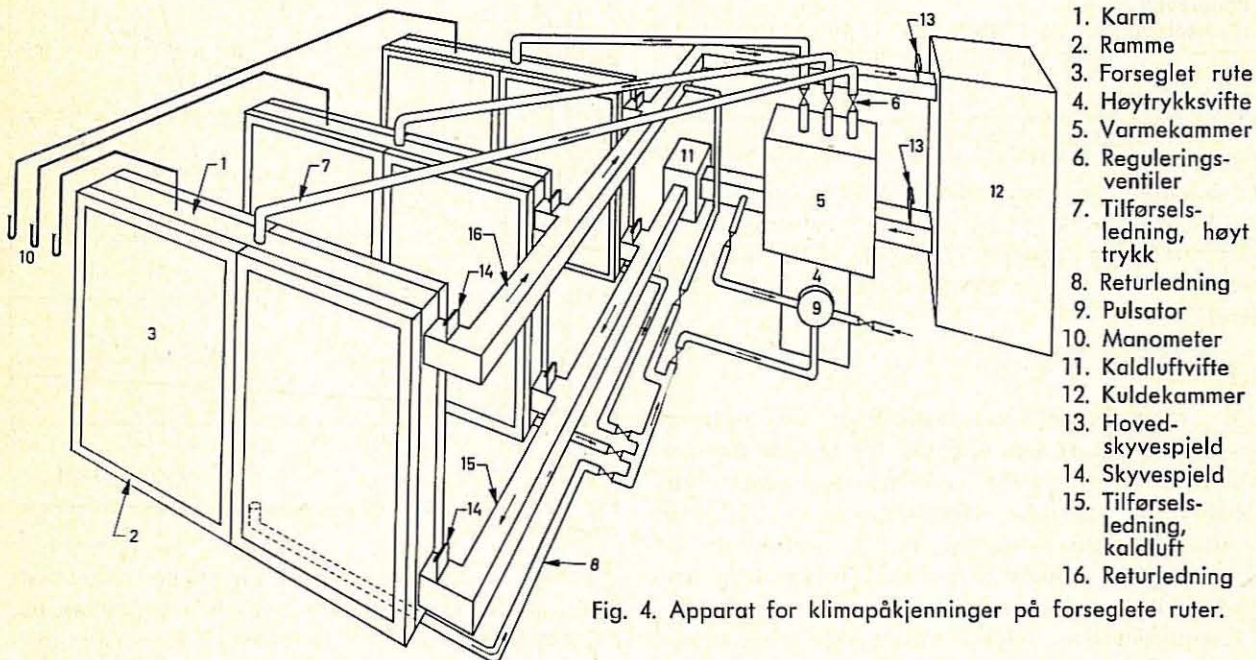


Fig. 4. Apparat for klimapåkjenninger på forseglete ruter.

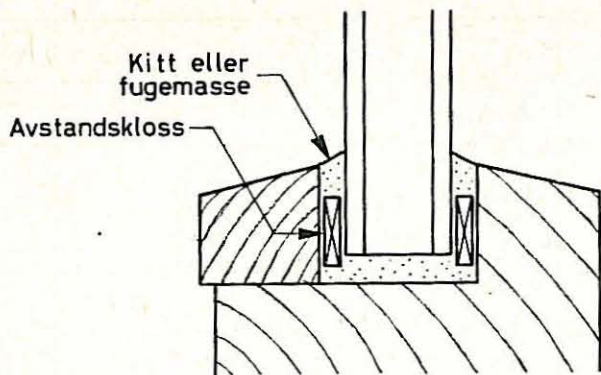


Fig. 5. Forseglet dobbelt rute innsatt med avstandsklosser.

Ved utarbeidelsen av dette program ble det forsøkt å få med 20 års vindpåkjenninger på relativt utsatte steder. Vindtrykket og lufttemperaturen har alltid fulgt en døgnsyklus bestående av 4 timers nedkjøling ved et lavt og konstant vindtrykk til en utelufttemperatur på -10°C , fulgt av en 20-timers periode med 5 vindstøt pr minutt og samtidig oppvarming til et bestemt temperaturnivå. De aktuelle temperaturer, topptrykk under vindstøtene samt antall døgnsykluser i hver påkjenningsperiode er angitt i tabell 1. Dette 45 døgns program er blitt gjentatt en gang, slik at den samlede effektive kjøretid har vært 90 døgn. Visse variasjoner i kjøresyklusene har naturligvis forekommet, men disse har vært ubetydelige både av størrelse og varighet.

Under kjøringen er rutene alltid blitt inspisert med jevne mellomrom for å se om det er oppstått synlige skader. Duggpunktmaalinger er blitt tatt ved begynnelsen og slutten av hver påkjenningsperiode

Tabell 1. Standardiserte prøvebetingelser for forseglede ruter.

Påkjenningsperiode	I	II	III	IV	V
Døgnsyklus nr.	1-10	11-30	31-34	35-44	45
Topptrykk under vindstøtene mm VS	40	25	70	15	100
Tilsvarende vindstyrke Beaufort nr.	8	7	10	5	11
Utelufttemperatur	25	35	15	50	15

og dessuten med passende mellomrom under hver periode, normalt 2 ganger pr. uke. Til slutt er rutene blitt tatt ut og inspisert. Vanligvis er de også blitt plukket i stykker og kantforseglingen undersøkt i detalj.

Resultater

En vesentlig del av forsøkene er som tidligere nevnt, blitt utført som oppdrag for private firmaer. Resultatene er i slike tilfeller oppdragsgiverens eiendom, og kan ikke offentliggjøres av NBI uten oppdragsgiverens samtykke. Det er derfor bare de mere generelle resultater som skal trekkes frem her, uten angivelse av produktens navn.

Resultatene kan deles i synlige skader på rutene

og forandringer i duggpunktet. De synlige skader omfatter sprekker i glasset, sprekker i distanselist og innpressing av distanselist.

Sprekker i glasset har forekommet ved forskjellige rutetyper, både i Gruppe I, II og III, fig. 1. Sprekkeene har imidlertid i samtlige tilfeller vist å starte fra kanten av en avstandskloss. Årsaken har vært at glasslisten har vært presset så hardt inn at ruten og avstandsklossen har kommet i klemme. Tilsvarende sprekker har også forekommet i praksis. Montering med avstandsklosser må alltid skje med en viss varsomhet. Enkelte typer helglassruter, Gruppe I, må enten monteres med spesielle avstandsklosser eller helt uten sådanne.

Sprekker i distanselisten har bare forekommet ved ruter i Gruppe II. De har vært lokalisert til den midtre del av rutenes lengste sider, i enkelte tilfeller også til kortsidene. Ved laboratorieforsøkene har sprekkeene inntruffet på et relativt sent stadium, etter at rutene har vært utsatt for langvarige påkjenninger. I praksis har de imidlertid hittil bare forekommet ved ruter innsatt i sterkt trafikkerte dører eller i nærheten av slike dører. Sprekkeene har alltid hatt karakter av typiske utmatningsbrudd på det svakeste og mest påkjente sted i kantforseglingen og skyldes utvilsomt pulserende belastning.

Innpressing av distanselist er karakteristisk for visse produksjonsperioder av enkelte rutetyper i Gruppe III. I praksis er det målt innpressinger på opp til 2 cm, i laboratoriet hele 7 cm.

Forandringene i duggpunktet under laboratorieforsøkene har vært av høyst forskjellig art. Fig. 6 viser en del typiske tilfeller.

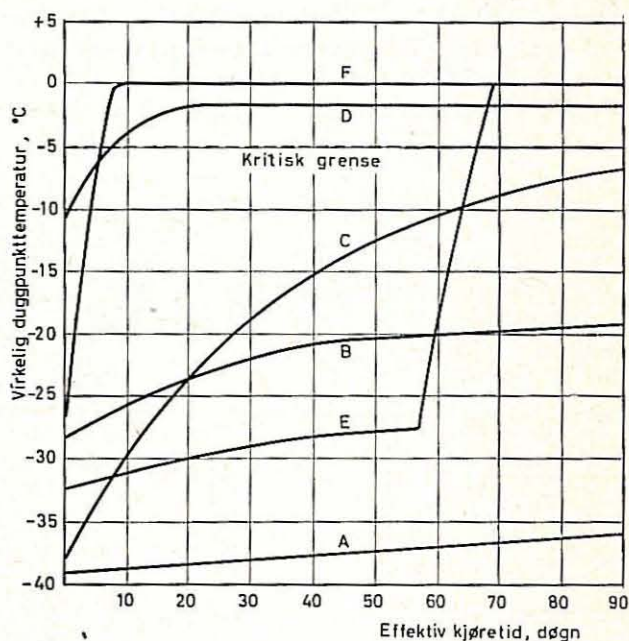


Fig. 6. Typiske eksempler på målte duggpunkttemperaturer.

Kurve A er karakteristisk for en god rute hvor duggpunktet ikke påvirkes noe nevneverdig av påkjenningene. Ved kurve B er det til å begynne med

en viss stigning som kan skyldes forandring i temperatur, avspalting av fuktighet ved utherdning av limstoffer m. m. Også ruter med en sådan duggpunktcurve må imidlertid betegnes som gode. Anderledes stiller det seg med kurve C. Her stiger duggpunktet så raskt opp mot den kritiske grense at rutene utvilsomt har betydelige lekkasjer. Kurve D må betegnes som en regulær produksjonsmessig bom, idet duggpunktet allerede fra begynnelsen av har vært alt for høyt. Mellomting mellom kurve B og D kan bedømmes litt forskjellig, alt etter hvor kurvene begynner og slutter.

Kurvene A—D gjelder ruter uten synlige skader. Ved ruter med synlige sprekker i kantforseglingen vil duggpunktet følge kurve E og plutselig hoppe opp over den kritiske grense når sprekken har inntruffet. Ved ruter med innpressing av distanse- list vil det være en tilsvarende hurtig stigning som for eksempel kurve F.

Erfaringer fra praksis [8] [9] har bekreftet at duggpunktet for gode ruter vil stige langsomt med tiden som for eksempel kurve A og B. For dårlige ruter vil duggpunktet lett kunne kommet over den kritiske grense og føre til duggdannelse. Også ruter med alt for høyt begynnelsesduggpunkt har forekommet.

Vurdering av metoden

Det kan på mange måter sies å være en forbausende god korrelasjon mellom resultatene av laboratorieforsøkene og undersøkelsene i felten. De typer av skader som inntreffer, er nøyaktig de samme, og for ruter uten synlig skade utvikler duggpunktet seg på en fullstendig tilsvarende måte. Metoden sier utvilsomt noe om kantforseglingens bestandighet mot klimatiske påkjenninger. Den viser også hvilken enorm betydning hurtig pulserende påkjenninger, som for eksempel vind eller vibrasjoner, kan ha.

En annen ting er spørsmålet om påkjenningene er riktig avpasset. Ved rutene i Gruppe II oppsto det som tidligere nevnt sprekker i kantforseglingen under den senere del av laboratorieforsøkene. I praksis er slike sprekker hittil bare funnet på ruter innsatt i eller ved siden av dører, mens den store masse av ruter har klart seg bra. Dette tyder på at vindpåkjenningene kan ha vært for kraftige. Nå er imidlertid varigheten av vindpåkjenningene basert på meteorologiske observasjoner og utvilsomt realistiske. Den gjenstående faktor er da de 5 vindstøt pr. minutt som sannsynligvis er for mye. Nylig tilgjengelige vindmålinger tyder også på at 5 kraftige vindstøt pr minutt er et for høyt gjennomsnittstall. Forsøksprogrammet er derfor for tiden oppe til revisjon. Tanken er å beholde antall temperaturvekslinger og redusere antall vindstøt til det halve. Dette vil være mulig ved å kjøre to temperaturvekslinger pr døgn. Samlet forsøksstid vil da bli ca 55 døgn.

Videre kan det være aktuelt å supplere selve aldringsforsøket med visse spesialforsøk. Ved å sette et rimelig krav til begynnelsesduggpunktet, for eksempel — 25 °C, kan man unngå å måtte kjøre kostbare og tidskrevende forsøk med ruter som fra begynnelsen av har et alt for dårlig duggpunkt, se for eksempel kurve D, fig. 6. Kontroll i vakuumkanter kan likeledes kutte ut ruter som fra begynnelsen av ikke er tilstrekkelig tette. Endelig kan et tilleggsforsøk for å kontrollere bestandigheten mot sollys, være på sin plass.

Litteratur

- [1] Forseglete ruter, typer og egenskaper. Byggdetaljblad NBI (31). 103, April 1965.
- [2] *Tore Gjelsvik*: Tests with Factory-sealed Double-glazed Window Units. Norges byggforskningsinstitutt, Rapport 33, Oslo 1962.
- [3] *E. R. Ballantyne og N. G. Brown*: Scumming of Factory-sealed Double-glazed Window Units. Australian Building Research Congress 1961.
- [4] *A. G. Wilson, K. R. Solvason og E. S. Nowak*: Evaluation of Factory-sealed Double-glazed Window Units. ASTM Special Technical Publication No. 251, 1959.
- [5] *A. G. Wilson og K. R. Solvason*: Performance of Sealed Double-glazing Units. Research Paper No. 168 of the Division of Building Research, National Research Council of Canada, Ottawa 1962.
- [6] *R. J. Mazzoni og L. K. King*: Performance of Double-glazed Units in Accelerated and Service Tests. Materials Research & Standards, Vol 5 (1965), No. 10, s. 517—24.
- [7] *Alf Bastiansen*: Isolerglass i norsk klima. Bygg nr. 2, 1961, s. 29—36. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 53, Oslo 1961.
- [8] *Tore Gjelsvik*: Performance of Sealed Double-glazing Units in Severe Norwegian Climate. The West Coast Field Study 1963. Norges byggforskningsinstitutt. Rapport 44, Oslo 1965.
- [9] *Tore Gjelsvik*: Forseglete ruters bestandighet. Byggmesteren nr. 24, 1965, s. 19—20, 23, 27—28, 31—32 og 34—36. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 115, Oslo 1965.
- [10] *Tore Gjelsvik*: Undersøkelse av kitt-typer og innsetningsmetoder for isolerglass. Bygg, nr. 10, 1960, s. 245—57. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 50, Oslo 1961.
- [11] *Tore Gjelsvik*: Supplerende undersøkelser av kitt-typer og innsetningsmetoder for isolerglass. Bygg, nr. 6, 1963, s. 135—42. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 79, Oslo 1963.
- [12] *Tore Gjelsvik*: Glassfalsar og glasslister for forseglete ruter. Byggmesteren nr. 26, 1963, s. 10—16 og nr. 1, 1964, s. 2, 5, 7—8, 26—27 og 30—31. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 86, Oslo 1964.
- [13] *Tore Gjelsvik*: Hvorfor blør det olje fra kittet? Byggmesteren nr. 17, 1964, s. 41 og 44—48. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 97, Oslo 1964.
- [14] *Tore Gjelsvik*: Førbehandling av trevirke som underlag for kitt- og fugemasser. Byggmesteren nr. 15, 1965, Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 108, Oslo 1965.
- [15] *Tore Gjelsvik*: Randeffekter og andre termiske forhold ved vinduer med forseglete ruter. Byggmesteren nr. 9, 1966, s. 17, 19, 21—22, 25, 27, 29 og 31. Norges byggforskningsinstitutt, Særtrykk 129, Oslo 1966.
- [16] *Forseglete ruter*. Innsetting i karm eller ramme av tre eller direkte i bindingsverk. Norges byggforskningsinstitutt, Byggdetaljblad NBI (31). 202.2, April 1965.
- [17] *Tore Gjelsvik*: Humidity in the dehydrated air space of sealed glazing units. Kommer som rapport fra Norges byggforskningsinstitutt.
- [18] *Thor Werner Johannessen*: Monthly frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Norway. Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo 1960.

