

Fugetetningsmassers håndterbarhet

Handling characteristics of building sealants

Av sivilingeniør Tore Gjelsvik

Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



OSLO 1971

Fugetetningsmassers håndterbarhet

Av sivilingeniør Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt

Utviklingen innen bygningsindustrien har ført til en økende grad av prefabrikering. Nye materialer og konstruksjoner er kommet til anvendelse, samtidig som de enkelte komponenter er blitt stadig større. Denne utvikling har mange positive sider, men har også ført til sammenføyningsproblemer av et helt annet omfang enn tidligere.

Fugetetningsmassene spiller her en stor rolle. Disse masser fremstilles tradisjonelt på basis av tørkede og ikke-tørkede oljer. Utviklingen har imidlertid medført behov for nye produkter med bedre egenskaper, og slike er også etter hvert kommet på markedet. Mest kjent er de polysulfidbaserte elastiske fugemasser, men det finnes også tilgjengelige produkter på basis av butylgummi, polyakrylater, polyuretaner, siliconer m.m.

Klassifisering av fugetetningsmasser er vanskelig. Norges byggforskningsinstitutt har i en del år benyttet en oppdeling i 8 hovedgrupper og et større antall undergrupper. Dette system [1] har etter hvert fått en viss utbredelse internasjonalt. De 8 hovedgrupper er:

51. Hurtig hårde kittmasser.
52. Plastiske vinduskitt.
53. Plastiske oljebaserte hinnedannende fugemasser.
54. Ikke-tørkede plastiske fugemasser.
55. Seigplastiske fugemasser.
56. Termoplastiske fugemasser.
57. Fugemassebånd.
58. Elastiske fugemasser.

En del data for de ulike masser er publisert tidligere [2], [3].

PRØVNING AV FUGETETNINGSMASSER

Ved Norges byggforskningsinstitutt har det i en årrekke vært arbeidet med utvikling av prøvningsmetoder for fugetetningsmasser. Hensikten har vært å komme frem til normer for slike materialer, og underlette avprøving og deklarerer av egenskaper.

De egenskaper hos fugetetningsmasser som det kan være av interesse å kjenne, kan grovt sett deles opp i 3 hovedgrupper: Generelle data, bruksegenskaper og funksjonsegenskaper [4].

Sett fra et produktivitetssynspunkt er det bruksegenskapene som har

størst interesse. Denne gruppe egenskaper omfatter ting som behandling av massene før de anbringes, forbehandling av underlaget, massenes håndterbarhet, tillatt temperaturområde ved anbringelsen, og for flerkomponentmaterialer også brukstiden (pot life) i ferdigblandet tilstand.

Det skulle være ganske klart at materialprodusenten er den som er best egnet til å gi opplysninger om den nødvendige forbehandling av underlaget, så som rensing, tørking, primerbehandling etc. Slike ting behøver derfor ikke prøves. Det samme gjelder behandling av massen før anbringelsen, inklusive blanding, oppvarming eller kondisjonering, etc. og også opplysninger om brukstemperaturer og begrensninger. Det gjenstår da to egenskaper, den ene er håndterbarheten, den andre er brukstiden for flerkomponentmaterialer. Brukstiden kan man kontrollere ved å undersøke massens håndterbarhet og adhesjon på visse tidspunkter etter blandingen, d.v.s. ved å gjenta visse forsøk. Det er derfor bare håndterbarheten som er den grunnleggende bruksegenskap som nødvendigvis må prøves.

PRØVNING AV HÅNTERBARHET

Dessverre er ikke håndterbarhet en og samme ting for forskjellige typer masser. For masser i sprøyte kvalitet

er *sprøytebarheten* åpenbart den mest karakteristiske egenskap. Denselars seg lett måle ved hjelp av en standardisert trykkluftsprøyte med et visst munnstykke og et bestemt trykk. For enkelte fugemasser er det riktignok forutsatt at man skal bruke spesielle sprøyter med høyt trykk, elektrisk oppvarming eller lignende, og i slike tilfelle må man naturligvis følge de spesielle forskrifter. Når ingen ting annet er foreskrevet, skulle man imidlertid kunne bruke en standardisert sprøytebarhetsprøving.

For masser i knivkvalitet er saken ikke like enkel. For slike masser har man i en årrekke operert med begrepet «konsistens» og gjerne forsøkt å finne et tallmessig uttrykk for denne ved å måle *penetrasjonen*. En penetrasjonsmåling er i seg selv enkel, og slike målinger har derfor i stor utstrekning vært anvendt til produksjonskontroll i fabrikkene. Det har imidlertid vært tvil om hvilken betydning man skal tillegge penetrasjonstallene. For masser i knivkvalitet er det nemlig åpenbart at massenes klebrighet vis-à-vis hender og håndverktøy har stor betydning for håndterbarheten, og denne faktor kommer ikke inn i bildet ved penetrasjonsmålinger. Til syvende og sist har derfor en rent manuell prøving foretatt av en rekke forskjellige håndverkskyn-

Tabell 1. Penetrasjon kontra praktisk bedømmelse av håndterbarhet

Masse nr.	Gruppe nr.	Gruppebetegnelse	Beskrivelse	Penetrasjon 23 °C 150 g Konus, 5 sek.	Praktisk bedømmelse av håndterbarhet					Anmerkning	
					A	B	C	D	E		
1				197	3	6	1				
3				213					10	Alt for klebrig	
4				204	3	4	3				
6				207	1	1	7	1			
7	52	Plastisk vinduskitt	Vanlig «Thermokitt» til glassinnsetting	190		1/2	7	2 1/2			
8				203	2	6 1/2	1 1/2		10	Alt for stivt	
9				126							
10				217	6 1/2	2	2				
11				214							
12				192	8 1/2	1 1/2					

Tabell 2. Sprøytbarhetstall for forskjellige masser

Masse nr.	Gruppe nr.	Gruppebetegnelse	Beskrivelse	Sprøytbarhet ved forskjellige munnstykker og temperaturer									
				90 mm rett, 3 mm ø		90 mm rett, 9 mm ø		50 mm konisk, 10/5 mm ø			50 mm rett, 10 mm ø		
				5°C	23°C	50°C	23°C	50°C	5°C	23°C	50°C	23°C	50°C
2 3 5	52	Plastiske vinduskitt	Vanlige «Thermokitt» til glassinnsetting	0,07 0,18 0,09	0,32 1,3 0,41		170 280 51		40 29 16	228 207 133		665 684 252	
13	53	Plastiske oljebaserte fugemasser	Hinnedannende masser av «mastic» type	2,7	9,4		905		77	641		2165	
14 15 16	55	Seigplastiske fugem.	Vesentlig butyl- og akrylbaserte masser med betydelig løsningsmiddelinnhold		0,11 0,26 0,13	1,1 2,7 1,1	193 327 324		20 71 16	154 271 266		720 683 581	
18 19 20 21 22 23 25 24	58	Elastiske fugemasser	En-komp. polysulfidbasert En-komp. polysulfidbasert To-komp. polysulfidbasert En-komp. polyuretanbasert To-komp. ukjent basis En-komp. siliconbasert En-komp. siliconbasert En-komp. siliconbasert	0,32 1,3 0,08 1,1 1,9 0,6 2,8	3,6 10,7 1,3 5,3 2,7 1,5 5,7		416 388 310 420 186 195 192 1004		43 38 26 77 29 143 171 727	408 499 228 504 250 243 271 1352		1148 924 1404 536 709 852 3226	

dige personer blitt avgjørende for bedømmelsen av håndterbarheten for masser i knivkvalitet.

For fugemassebånd har forholdene på mange måter vært tilsvarende som for masser i knivkvalitet.

Støpemassens håndterbarhet karakteriseres best av massenes flytbarhets-egenskaper. For kaldstøpte masser kan man prøve graden av *selvutjevning av overflaten*, og for varmstøpte masser *uthelningspunktet*. Slike masser har imidlertid begrenset interesse og vil derfor ikke bli behandlet nærmere her.

Ved Norges byggforskningsinstituttets laboratorium i Trondheim har det i årenes løp vært utført omfat-

tende undersøkelser av såvel penetrasjon som sprøytbarhet i henhold til flere forskjellige metoder. Det er ikke mulig å redegjøre for alle resultater i detalj her. I forbindelse med en prøving av 25 masser til innsetting av forseglede ruter, ble det imidlertid frembragt en mengde godt sammenlignbare data. Disse undersøkelser vil bli behandlet i det følgende. Av forskjellige grunner vil massene ikke bli navngitt, men gruppeinndelingen samt en tilleggsbeskrivelse vil forhåpentligvis gi tilstrekkelige opplysninger om hva slags masser det dreier seg om.

PENETRASJON

Denne metode baserer seg på den amerikanske standard ASTM D 217-52 T, som egentlig er beregnet på undersøkelse av konsistens hos smørefett. Metoden går i korthet ut på å måle hvor langt en standardisert konisk prøve kropp med vekt 150 g trenger ned i materialet i løpet av 5 sekunder.

Fig. 1 viser Norges byggforskningsinstituttets penetrometer klart til bruk. Massen fylles i en aluminiumsbeholder på en slik måte at man unngår å få innesluttet luftbobler, og jevnes i flukt med kanten av beholderen. Før ifyllingen blir masser i knivkvalitet bearbeidet ca. ett minutt i hendene. Dette blir gjort for å etterligne den oppknaing som normalt blir foretatt med materialet for å gjøre det homogent og smidig før bruken. Etter ifylling kondisjoneres beholderen med massen ca. 1 time ved 23° C. Metoden er nemlig meget temperaturømfintlig. Beholderen anbringes på penetrometerbordet, konusen senkes så spissen såvidt berører overflaten av massen og måleren nullstilles. Konusen utløses og får i 5 sekunder treng-

fritt nedover i massen, måleren avleses påny, og inntrengningsdybden i tiendedels mm noteres som pentrasjonen. Normalt lages det 3 like prøvestykker for hvert materiale, og det penetrasjonstall som oppgis blir da gjennomsnittet for 3 målinger.

SPRØYTBARHET

Denne metode baserer seg på British Standard BS 3712, del 1, 1964, punkt 8. I denne beskrives en standardisert trykkluftsprøyte med to utskiftbare munnstykker, begge 90 mm lange, det ene med diameter A" (ca. 3 mm) og det andre med diameter B" (ca. 9 mm). Det smalleste munnstykket er tenkt til å etterligne forholdene ved toppforsegling ved glassinnsetting, der det jo vil være spørsmål om å sprøyte i meget smale fuger, mens det bredeste skal tilsvare forholdene ved fylling av vanlige byggfuger.

Norges byggforskningsinstituttets laboratorium i Trondheim fikk laget en sådan sprøyte for en del år siden og har brukt denne med et trykk på 5 kp/cm². Utviklingen de senere år har imidlertid ført til at stadig flere fugemasser leveres på patroner med påmontert spisst plastmunnstykke, fig. 2. Dette kappes da slik at åpningen får ønsket størrelse, eventuelt klemmes spissen litt flat med en tang for sprøyting av smale fuger. Norges byggforskningsinstitutt har derfor fått laget to nye og mere realistiske munnstykker, begge 50 mm lange, det ene med rett boring på 10 mm diameter, det andre med jevnt avtagende åpning fra 10 til 5 mm diameter. Fig. 3 viser sprøyten med ett munnstykke påmontert og de andre ved siden av.

Sprøytbarhetsmålingene utføres vanligvis ved to forskjellige tempera-

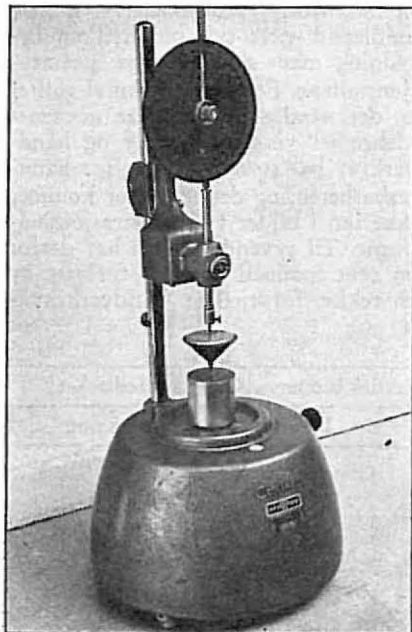


FIG. 1. APPARATUR FOR MÅLING AV PENETRASJON.

turer, nemlig 5° C og 23° C. Den høyeste temperaturen tilsvarende normalt gode forhold, mens den laveste representerer den laveste temperatur som vanligvis er aktuell ved fugingsarbeider. For enkelte masser foreskrives oppvarming til ca. 50° C før bruken, og disse blir da undersøkt ved 23° C og 50° C.

Fremgangsmåten ved sprøytbarhetsmålingene er følgende: Sprøyten fylles forsiktig slik at man unngår å inneslutte luftbobler. Denne rekondisjoneres ved riktig temperatur, tid noe avhengig av temperaturen, men minst 1/2 time. Deretter sprøyter man ut en passende mengde, måler tiden og veier utsprøytet masse. Kjenner man romvekten kan man så beregne sprøytbarheten i cm³/min. Omfattende forsøk har vist at den sprøytbarhet man bestemmer på denne måte er avhengig av sprøytens fyllingsgrad. Med mye masse i sprøyten blir sprøytbarheten til dels mye lavere enn med lite masse i sprøyten. Norges byggeforskningsinstitutt har derfor innført en standardprosedyre som går ut på å fylle ca. 250 cm³ masse i sprøyten, og så sprøyte ut alt sammen. Derved finner man en gjennomsnittlig sprøytbarhet for hele denne mengde.

RESULTATER AV PENETRASJONSMÅLINGER

I tabell 1 er gjengitt resultatene av penetrasjonsmålinger på ialt 10 masser i knivkvalitet. Nummereringen er den samme som i en tidligere publikasjon [3]. Som man vil se er det bare én masse som skiller seg ut, nemlig nr. 9 med en penetrasjon på 126. De



FIG. 2. EKSEMPLER PÅ PATRONER MED PLASTMUNNSTYKKE.

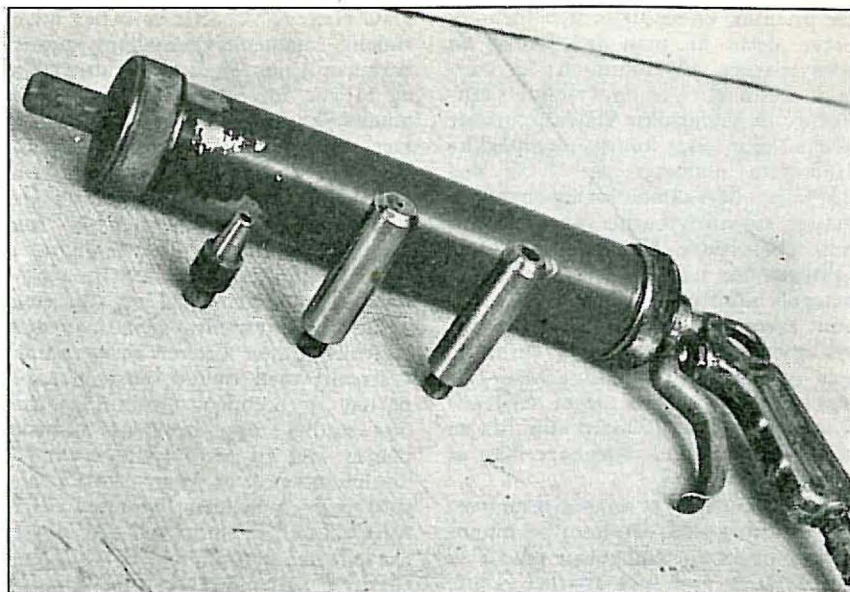


FIG. 3. APPARATUR FOR MÅLING AV SPRØYTBARHET.

andre 9 masser har penetrasjon fra 190 til 214, og skiller seg altså bare lite fra hverandre i så henseende. Tidligere undersøkelser har vist at om man skal stille noe krav til penetrasjonen for masser i knivkvalitet, må det bli at den skal falle i området 160 til 220. Resultatene for de 9 masser ligger alle i øvre del av dette område, mens den siste, masse nr. 9, åpenbart har for lav penetrasjon og altså er for stiv.

Til sammenligning er det i tabell 1 tatt med resultatene fra en praktisk bedømmelse av de samme massers håndterbarhet. Denne bedømmelse ble foretatt av en del av Norges byggeforskningsinstituttts personale med en viss erfaring i behandling av slike materialer, altså ikke profesjonister, men heller ikke rene amatører. Disse fikk i oppdrag å foreta en rent subjektiv vurdering av materialenes håndterbarhet, spesielt av hvordan de var å ha i hånden samt hvordan de gled under kniven. Følgende skala ble benyttet:

- A Utmerket
- B God
- C Brukbar
- D Vanskelig
- E Umulig

Det deltok ialt 10 personer, og fordelingen av disse personers bedømmelse av massenes praktiske håndterbarhet fremgår altså av tabell 1.

Som man vil se har alle 10 bedømt materiale nr. 9 som umulig å arbeide med, alt for stivt. Dette stemmer helt med resultatet av penetrasjonsmålingen. For de øvrige 9 masser er det imidlertid ingen som helst sammenheng mellom penetrasjon og praktisk håndterbarhet. Masse nr. 3 med en penetrasjon på 213 bedømmes konsekvent som ubrukbar, mens masse nr. 11 med en penetrasjon på 214 stort sett bedømmes som god. Det er

tydelig at spørsmålet om hvordan massene er å ha i hånden tillegges meget stor betydning. Mest karakteristisk har man dette for masse nr. 6. De fleste fant denne litt for klissen, mens en enkelt fant den helt utmerket. Den menneskelige hånds beskaffenhet med hensyn til temperatur, fuktighet m. m. kan åpenbart variere mye fra en person til en annen.

Konklusjonen på dette kan bare bli at penetrasjonsmålinger på masser i knivkvalitet sier svært lite om massens praktiske håndterbarhet. Til produksjonskontroll av et enkelt produkt kan slike målinger være gode nok da de er enkle og hurtige å utføre. Å ta dem med i en prøvningsnorm har derimot liten hensikt, idet det tillatte penetrasjonsområde må gjøres så bredt at alle masser med en noenlunde riktig konsistens vil passere. Det blir til syvende og sist den enkelte håndverkers praktiske bedømmelse som blir avgjørende.

RESULTATER AV SPRØYTBARHETSMÅLINGER

De utregnede data er stilt sammen i Tabell 2. Tallene i tabellen angir sprøytbarhet i cm³/min. ved de respektive temperaturer. Samtlige masser er som man kunne vente sterkt temperaturavhengige. Det er imidlertid også store variasjoner fra et produkt til et annet, og ikke minst fra ett munnstykke til et annet.

Ved vurdering av resultatene må man skille mellom fuger ved glassinnsetting og byggfuger mere generelt. Ved glassinnsetting er fugene ganske smale, og det blir bare de smaleste munnstykkene som kan være aktuelle. En toppforsegling har vanligvis et tverrsnitt på ca. 4 x 6 mm, og om man krever at en håndverker skal kunne sprøyte minst én løpende me-

ter pr. min. under ugunstige forhold, betyr dette at man må kreve en sprøytebarhet på minimum 25 cm³/min. Dette krav er oppfylt for samtlige av de undersøkte elastiske masser ved 50 mm langt konisk munnstykke 10/5 mm diameter og 5° C. Ved 23° C og ellers samme forhold har disse masser en sprøytebarhet på 228 cm³/min. eller bedre. Nå har flere forsøkspersoner uavhengig av herandre betegnet samtlige av disse masser som godt sprøytebare. Det er derfor sannsynligvis riktig å sette 100 cm³/min. som en rimelig minimumsgrense. Det kan imidlertid være meget fristende å sette kravet til 200 cm³/min., da en sådan sprøytebarhet åpenbart ikke er vanskelig å oppnå.

For de undersøkte seigplastiske masser må man ved det koniske munnstykke opp i en temperatur på 50° C for å få en god sprøytebarhet. Dette stemmer også med den praktiske bedømmelse. Bare masse nr. 15 har noenlunde brukbar sprøytebarhet ved 23° C, om man ikke stiller kravet for høyt.

Det plastiske vinduskitt brukes ikke til toppforsegling, men til legging av sidekitt i hele falsens dybde. Konisk munnstykke med 5 mm ytre åpning er her ikke helt realistisk. En dobbelt så stor åpning ville være bedre. Det er imidlertid enklere å halvere kravet til 100 cm³/min. fremfor å introdusere et nytt munnstykke. Et krav på 100 cm³/min. oppfylles også av de 3 prøvde plastiske vinduskitt, som alle i praksis har vist seg godt brukbare.

Ved 90 mm rett munnstykke med 3 mm diameter er det ingen av de nevnte masser som har tilnærmelsesvis den sprøytebarhet som det kan være rimelig å forlange, hverken ved

5° C eller 23° C. Det er heller ingen rimelig sammenheng mellom sprøytebarhetstallene for dette munnstykke og tallene for 50 mm langt konisk munnstykke med 10/5 mm diameter. Det smale munnstykke ifølge British Standard må derfor betraktes som fullstendig urealistisk og ubrukbart.

Byggfuger mer generelt har som oftest en bredde på 1 à 2 cm. Med plastiske masser legger man gjerne fugemassestrengen med et tilnærmet kvadratisk tverrsnitt, mens man med elastiske masser bruker et avsmalnet tverrsnitt med dybde omtrent halvparten av bredden. Utviklingen går mot stadig større bruk av elastiske masser. Det vil derfor være et rimelig minimumskrav at man skal kunne sprøyte én løpemeter fuge med tverrsnitt 0,5 cm² pr. min. ved den laveste aktuelle temperatur på 5° C. Dette tilsvarer en minimum sprøytebarhet på 50 cm³/min. Nå er det ikke gjort noen målinger ved 5° C for de to brede munnstykker, se tabell 2, men med utgangspunkt i de foregående betraktninger for fugemasser til glassinnsetting, skulle det være nærliggende å sette kravet til sprøytebarhet ved 23° C for fugemasser til bygningsformål generelt til 400 cm³/min. Dette krav virker også fornuftig sett i relasjon til de sprøytebarhetstall som er funnet med 50 mm langt munnstykke med 10 mm diameter. Eller omvendt: 50 mm rett munnstykke med 10 mm diameter later til å gi fornuftige sprøytebarhetstall for masser som i praksis har vist seg vel anvendbare.

Det lange munnstykke på 90 mm med 9 mm diameter gir sprøytebarhetstall som ligger 2 til 4 ganger lavere enn tilsvarende tall for 50 mm langt munnstykke med 10 mm dia-

meter, og til dels langt under kravet på 400 cm³/min. Dette munnstykke gir altså ikke den ønskede sprøytebarhet, og må betraktes som urealistisk. For å oppnå en rimelig sprøytebarhet ved fylling av dyptliggende fuger, må man tydeligvis bruke munnstykker med større tverrsnitt. I praksis blir det også gjerne brukt brede munnstykker med noe avflatet tverrsnitt, og dette er åpenbart det rette.

Slutning.

Av de undersøkte metoder har penetrasjonsmålinger vist seg å være lite anvendbare, idet penetrasjonstallene bare i meget liten utstrekning har noen sammenheng med massens praktiske håndterbarhet. Sprøytebarhetsmålinger later derimot til å gi meget brukbare resultater, særlig etter at det er utviklet nye munnstykker som bedre gjenspeiler det som skjer i praksis.

Referanser:

1. Tore Gjelsvik: Classification of jointing materials. Build International, Vol. 3, No. 4, April 1970, pp. 111—116.
2. Tore Gjelsvik: Krypning hos kitt og fugemasser. Bygg, nr. 11/12, 1969, s. 202—06. Norges byggforskningsinstitutt, særtrykk nr. 174.
3. Tore Gjelsvik: Fugetetningsmassers brennbarhet. Mot Brann, nr. 4, 1970, s. 108, 110 og 112—13.
4. Tore Gjelsvik: Specifications and test methods for sealants. Paper 35 B ved CIB Symposium on Weatherlight Joints for Walls. Norges byggforskningsinstitutt, Rapport 51 C, Oslo 1968.

