

Skader på puss

Årsaker og botemidler

Av laboratoriesjef Sven D. Svendsen

Norges byggforskningsinstitut

OSLO 1961

Særtrykk av BYGG, nr 5.-6, 1961

Norges byggforskningsinstitut

Skader på puss

Årsaker og botemidler

Av laboratoriesjef *Sven D. Svendsen*

Norges byggforskningsinstitutt

DK 693.61

Innledning.

Det var opprinnelig meningen å konsentrere dette ordraget¹ helt om reparasjon av skadd puss. Det viste seg imidlertid meget snart at denne linjen ikke førte frem, stoffet ville bli hengende i luften og ha liten praktisk verdi. Puss-skader er som sykdommer: før medisinen ordineres, må diagnosen være stilt. Alt for ofte har det gitt sørgelige erfaringer om pussen blir reparert uten at årsakene til elendigheten er klarlagt. I løpet av kortere eller lengre tid kan de samme skadene være der igjen, av og til verre enn før.

Det er derfor i den første delen av foredraget gjort et forsøk på å lage en oversikt over de viktigste årsakene til puss-skader og de utslag som de gir. Dette er slett ingen lett jobb. For det første er antallet av skadeårsaker så stort at det kan skrives — og for så vidt også er skrevet — hele bøker om dette emnet. For det annet kan det av og til være vrient, eller til og med umulig, å finne frem til de faktorene som har skylden for en bestemt skade. For det tredje hender det ikke sjelden at det bak en skade ligger et sammentreff av flere uheldige forhold som hver for seg kanskje ikke er så farlige, men som sammen har vært nok til å ødelegge puss.

Denne redegjørelsen er derfor ikke noen komplett beskrivelse av alle slags puss-skader. Det har vært målet å trekke frem typiske eksempler som kanskje samtidig kan tjene til skrekk og advarsel i fremtiden. For å gå tilbake til analogien med sykdommer: Det er vel og bra å helbrede en sykdom, men det er enda bedre å forebygge den.

For å slippe en del overlapping og gjentakelser, er all beskrivelse av reparasjonsarbeid samlet for seg til slutt i redegjørelsen.

2. Årsaker.

Av hensyn til oversikten er skadeårsakene delt opp i tre store sekker: 1. Skader som skyldes feil i mørtelens delmaterialer, sammensetning eller

blanding, 2. slurv og feil ved selve arbeidsutførelsen av pussen og 3. skader som ikke skriver seg fra mørtel- eller pussarbeid, men fra andre forhold i bygget. Disse tre gruppene av skader eller årsaker er selvsagt ikke skarpt avgrenset, men glir over i hverandre. Ofte kan det være en smaksak hvilken sekk de skal plasseres i.

Det er i denne forbindelse for det meste sett bort fra hvem som opprinnelig måtte ha skylden for skadene, om de skriver seg fra feil i arkitektens beskrivelse, fra konsulentens beregninger, fra dårlig kvalitet på de materialer som er levert, fra mangel på kontroll på byggeplassen eller fra slurv og uvitenhet ved arbeidsutførelsen. Her er det bare om å gjøre å få satt fingeren på den direkte årsaken til skaden.

2.1 Feil i mørtelen.

Er det på en eller annen måte kommet uleskede kalkpartikler inn i mørtelen, blir resultatet gjerne kalksprett i puss. Kalksprett begynner med at pussflaten på enkelte steder blærer ut, og etter hvert skaller blærene av slik at det dannes store eller små kraterer (fig. 1). Disse kraterne kan tildels gå temmelig dypt inn i pusslaget, og i bunnen av hvert krater sitter det sprengende kornet som en fremstikkende tapp. Sprengende kalkkorn kan forekomme både når kalken leskes på fabrikk (tørr-



Fig. 1. Typisk krater etter kalksprett.

¹ Foredrag holdt på N.B.I., Blindern, den 16. og 17. mars 1961.

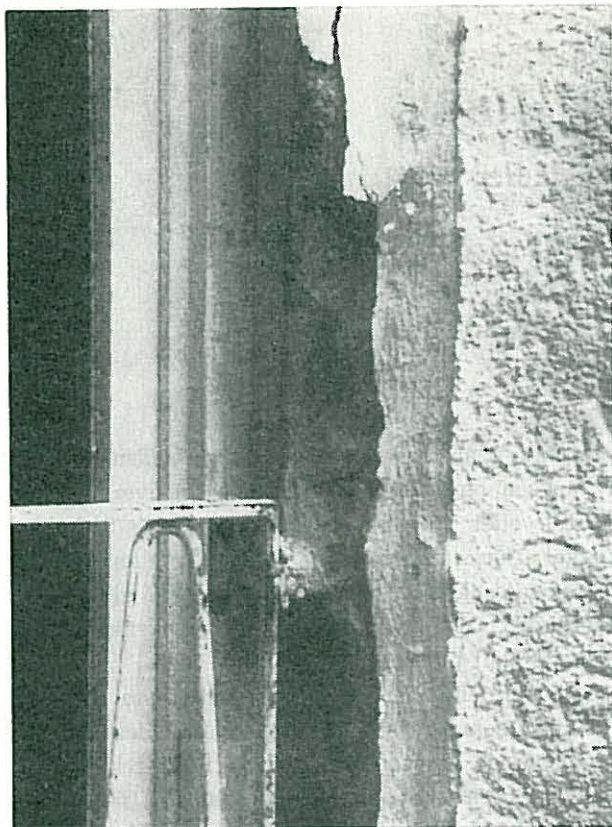


Fig. 2. Gips blandet i cementholdig mørtel har vært årsak til denne puss-sprengningen.

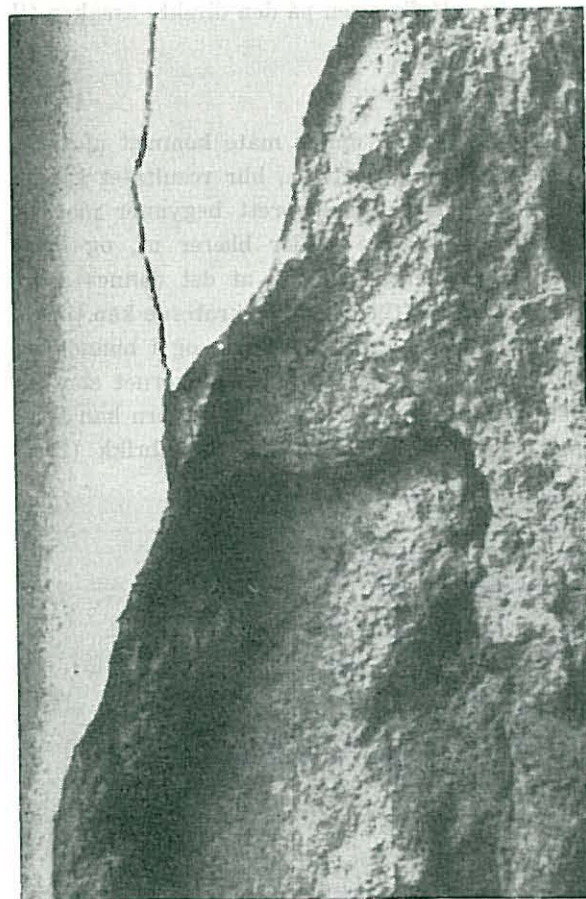


Fig. 3. Her er pussen blitt for svak fordi sanden er alt for finkornet.

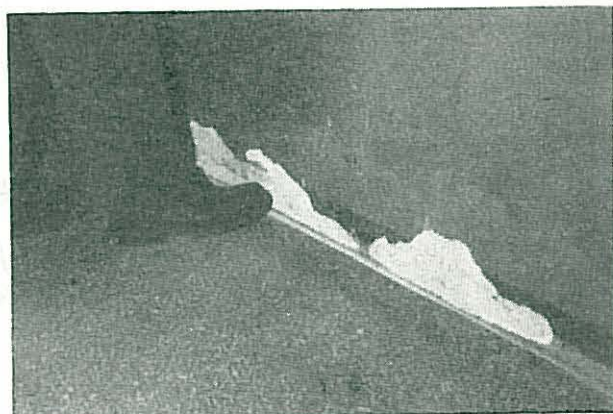


Fig. 4. I en sterkt trafikkert korridor vil pussen ofte kunne bli utsatt for svære mekaniske påkjenninger.

lesket kalk og kulekalk), og når den leskes på byggeplassen (fint malt steinkalk, pulverkalk). I siste tilfelle har enten leskingstiden vært for kort, eller det er brukt kalk som delvis er blitt ødelagt i lagringstiden.

Settes det gips til en mørtel som inneholder portland cement, kan det startes en unormalt sterk krystallvekst («cementbasillen») som sprenger pussens i stykker. Slik sprengning begynner først når pussens blir utsatt for fuktighet og er særlig alminnelig i inn- og utvendige vindusmyg (fig. 2). Den ufravelige regel må være at cement og gips aldri brukes i samme mørtel.

En puss må alltid være så sterk at den uten vanskelighet kan klare de normale påkjenningene den blir utsatt for i praksis. Gjør den det ikke, kan det være en hel rekke forskjellige årsaker som ligger bak. Bli bindemidlene lagret for lenge eller på gal måte, hender det ofte at de delvis binder av eller herdner før bruken, slik at de blir mer eller mindre ødelagt. Nedsatt styrke kan også skyldes at sanden inneholder for meget humus, leire eller slam, eller at den har en uheldig kornfordeling. Sandtyper som går under navnet «mursand» eller «puss-sand» bør man passe seg for, de er vanligvis meget enskornete og mangler de større kornstørrelsene som er av avgjørende betydning for pussens styrke. Et typisk resultat av at slik sand er brukt, finner vi i fig. 3.

Den mest alminnelige grunnen til at pussens blir for svak, ligger imidlertid i sammensetningen. De utmålingsmetodene som brukes på byggeplassene idag, er med et mildt uttrykk unøyaktige og kan føre til svære variasjoner i forholdet mellom bindemidler og sand. Noen skikkelig bedring på dette punktet kan vi ikke vente å få før vi helt kommer over til virkelig kontrollert utmåling etter volum, — eller aller helst etter vekt.

Det hender også alt for ofte at det blir foreskrevet blandingsforhold som ikke egner seg for de påkjenningene pussens senere vil bli utsatt for. Det

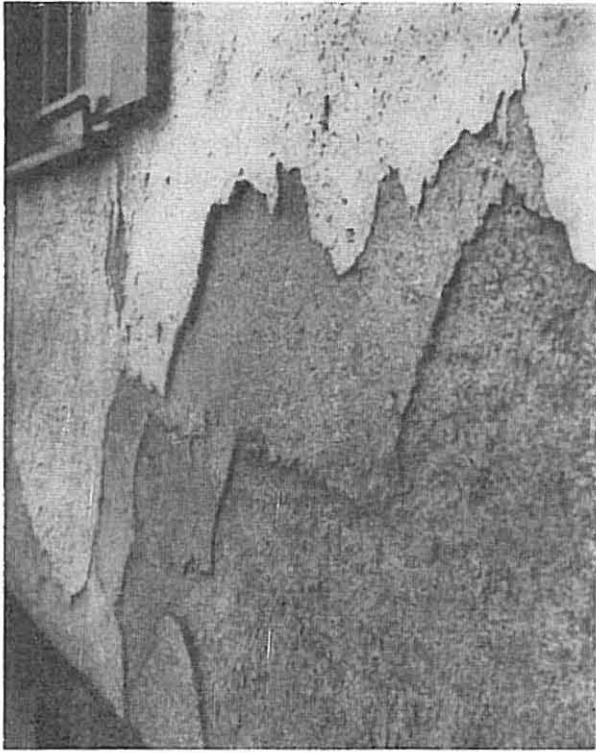


Fig. 5. Lagvis frostsprengning av pussen. Det er sannsynligvis brukt påtrekking i stedet for påkasting.

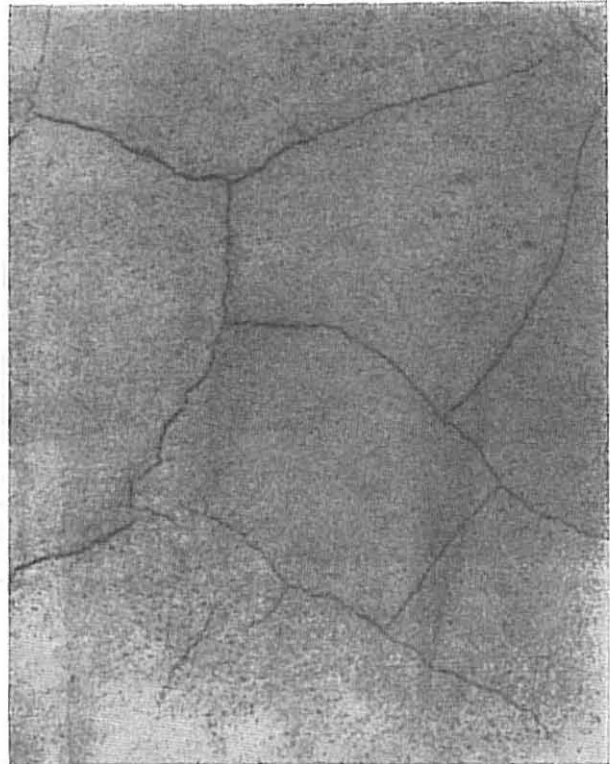


Fig. 6. Typiske «ville» svinnriss i pussen.

sier seg selv at en innvendig puss vil få meget hardere behandling i en trappeoppgang, i en skole eller i et verksted enn f. eks. i en vanlig leilighet, men det blir ofte ikke tatt hensyn til dette når blandingsforholdet beskrives (fig. 4). Noe helt tilsvarende gjelder for utvendig puss. Vi har svære variasjoner i vårt klima fra landsdel til landsdel, og en pusstype som passer f. eks. på Lillehammer vil kunne være totalt ubrukelig i Kristiansund hvor slagregngrepene og frostpåkjenningene er av en helt annen størrelsesorden. Fig. 5 viser et ualminnelig illustrerende eksempel på frostskafer. Pussen brytes istykker og skaller av lag for lag, og hvert av lagene svarer til en påføring under pussarbeidet. (Denne lagdelingen er forresten et sterkt indisium på at pussen er blitt trukket på veggen i stedet for å bli kastet på.)

De kan imidlertid være like galt at pussen er for sterk som at den er for svak. Med «sterk» puss menes det da her både at den kan ha for meget bindemiddel i forhold til sand (være for fet), og at den bokstavelig talt kan bli for kraftig. I første tilfelle vil pussen ha unormalt høyt svinn under herdningen slik at den særlig lett får sprekker og riss. Svinnsprekker som skyldes pussens selv kan enten ha det typiske, uregelmessige forløpet som vi ser i fig. 6, eller de kan følge fugene i underlaget med stor regelmessighet slik det er vist i fig. 7. Grunnen til at pussen har lett for å sprekke opp over fugene er antydnet i fig. 8. Dersom det pusses på en vegg med



Fig. 7. Karakteristiske fugeriss rundt blokker.

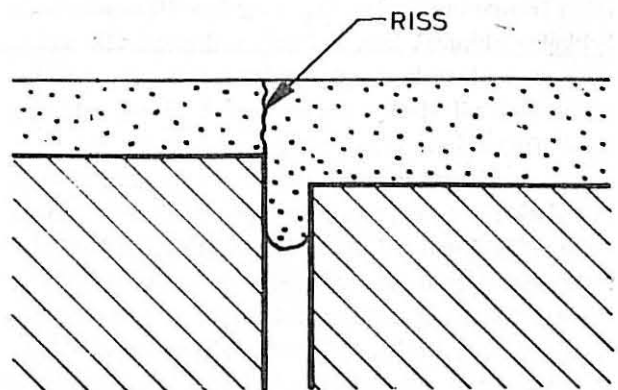


Fig. 8. Slik kan fugeriss oppstå p. g. a. svinn i pussmørtelen.



Fig. 9. Et resultat av alt for sterk mørtel på relativt svakt underlag.

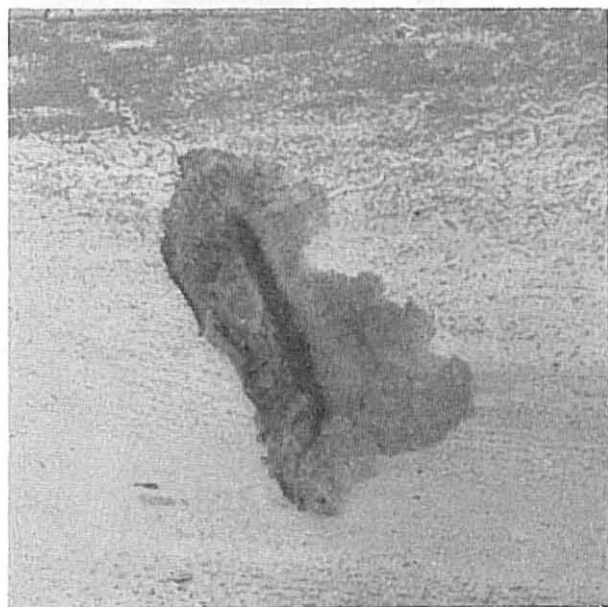


Fig. 10. Armeringsjern i murlivet har gitt rustsprengning.

åpne eller dårlig fylte fuger, vil en del av pussmørtelen trenge inn i selve fugen og føre til større pusstykkelser akkurat her. Svinnspenningene blir særlig høye ved plutselige sprang i tverrsnittet, og riss-tendensen vil derfor være meget større akkurat langs fugene enn ellers på veggflaten. En må imidlertid være klar over at fugeriss også kan skyldes helt andre årsaker, noe vi kommer tilbake til senere.

Jo mer cement det er av den samlede bindemiddelmengden, desto større blir pussens mekaniske styrke. Samtidig vokser imidlertid svinnskreftene i pussene meget sterkt, og disse kreftene må overføres til og tas opp av underlaget. Dette kan føre til to typer skader. Hvis heftfastheten mellom puss og veggmaterialer er dårlig, kan et slikt sterkt puss-

sjikt lett rive seg løs over store arealer og bli bom. Er heftfastheten god og har underlagsmaterialet en relativt svak overflate, kan det hende noe liknende. Pussen river seg igjen løs, men nå går bruddet et stykke inne i underlaget i stedet for i heftesonen (fig. 9). Det er derfor prinsipielt helt forkastelig å pusse med en cementrik mørtel direkte på materialer som f. eks. gassbetong og lettbrent tegl.

2.2 Feil ved pussarbeidet.

En stor prosent av de puss-skadene vi har idag, kunne ha vært unngått hvis vegg- eller takflatene hadde fått en grundig og riktig forbehandling. Står det igjen ubeskyttet jern i utvendig veggflav, — båndjern eller spiker fra forskaling, armering som ligger i dagen osv., — er faren for rustsprengning meget stor (fig. 10). En må nemlig alltid regne med at fuktighet fra slagregn før eller senere vil kunne trenge igjennom pussene og inn til underlaget. Avstandsklosser og spikerslag av tre kan være nesten like farlige om uhellet er ute, de sveller og sprenger pussene av (fig. 11). Slike sprengningsskader er imidlertid normalt små i omfang. Langt farligere er det når mangler ved forbehandlingen fører til at hele tak- eller veggflater blir bom. Støv og fett på underlaget kan ødelegge heftfastheten fullstendig, og en mengde bomskader skyldes at sot fra kunstige tørkere ikke er fjernet før flaten ble pusset. Den aller vanligste grunnen til heftskader er vel imidlertid at underlaget har vært for sterkt sugende.

Vi vet enda alt for lite om hva heftfastheten mellom en mørtel og et underlagsmateriale skriver seg fra og hvilke faktorer som bestemmer den. En del kan vi imidlertid gjette oss til på grunnlag av praktiske erfaringer og forsøk. Kaster man ut en mørtel på et tørt, sugende materiale, begynner underlaget straks å trekke vannet ut av mørtelen (fig. 12). Mørtellaget tørker raskt ut, og overflaten blir matt. Verst går denne uttørkingen ut over det sjiktet som ligger nærmest underlaget, og her kan vanntapet bli så stort at bindemidlenes herdning stopper helt opp. Heftsjiktet blir tørt og uten fasthet, og dermed blir det heller ingen heftfasthet mellom mørtel og underlag. Heftskader av denne typen er alt for vanlige idag.

På den annen side vet vi at de fleste typer mørtler trenger en viss, liten suging i underlaget for at de skal sitte godt. Pussarbeid i forbindelse med glatte, harde flater uten sugsevne er meget vanskelig, og helt håpløst blir det hvis flaten samtidig har en vannfilm. Tar vi for oss en bomskade av denne arten, viser det seg at bruddflaten har et meget karakteristisk utseende (fig. 13). Puss-sjiktet som har ligget an mot underlaget, har



Fig. 11. Her skyldes sprekningen en avstandskloss av tre.

selv en glatt, jevn flate med lite av de vanlige porene, men med en rekke regelmessige fordypninger som skriver seg fra små vannblærer. Fig. 14 viser hvordan en utvendig skvett puss flaker av fordi underpussen er blitt brettskurt alt for glatt. Heftskader av denne typen er ellers særlig vanlige ved takpuss der hvor bjelkelaget er støpt mot høvlet forskaling, finér eller stål.

Når det pusses på glatte, lite sugende underlag, vil mørtelen ha en tendens til å skli nedover på grunn av tyngdekraften, og det kan da dannes sigeriss (fig. 15.). Sigerissene er karakteristiske fordi de nesten alltid vil være omtrent parallelle og ligge horisontalt eller noe på skrå. Når slike riss først er dannet, vil svinnekraftene få gode angrepspunkter. Dette fører til at de opprinnelige sigerissene i herdetiden både forlenges og blir langt bredere.

Sterk suging i underlaget vil også kunne gi andre typer skader enn bom. Størrelsen på svinnet vil nemlig vokse ved raskere uttørring av mørtelen, og det samme gjør risikoen for riss og sprekker. Suger underlaget meget ujevnt, vil svinnet først og fremst komme der sugingen er sterkest. Dette kan være en annen årsak til riss som følger fugene, se fig. 7. La oss ta for oss en vegg av blokker eller stein som selv er lite sugende,

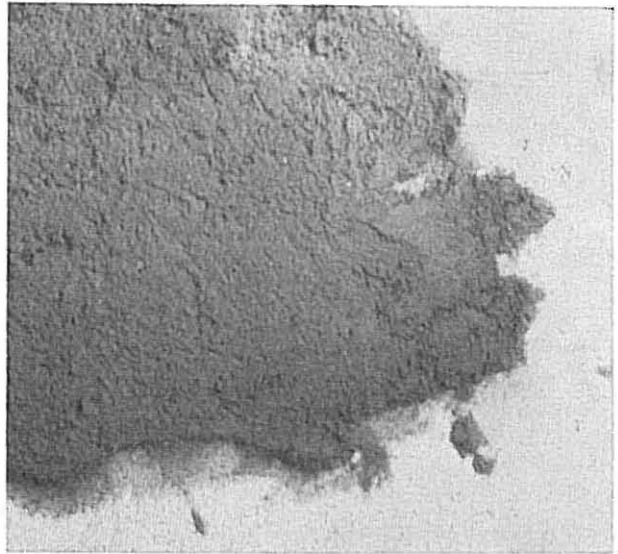


Fig. 12. Pussmørtel kastet ut på sterkt sugende underlag. Sammenlikn med fig. 36.

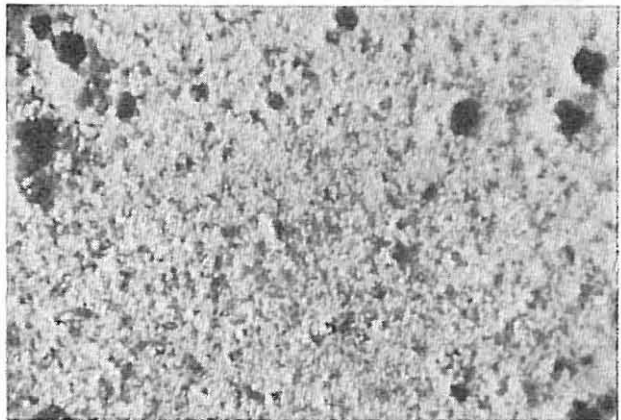


Fig. 13. Heftflaten for puss på vått, glatt underlag 15 ganger forstørret.

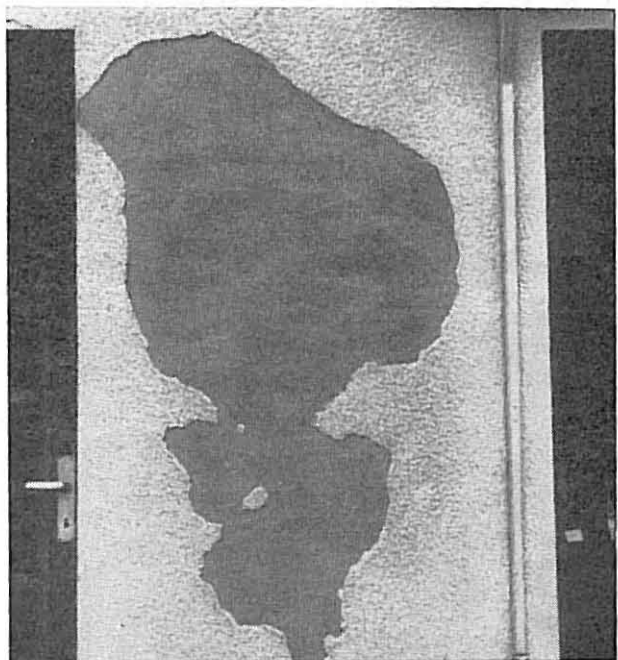


Fig. 14. Skvett pusslaget er løsnet fordi underpussen ble skurt for glatt.



Fig. 15. Sigeriss som senere er blitt sterkt utvidet p.g.a. svinn i mørtelen.

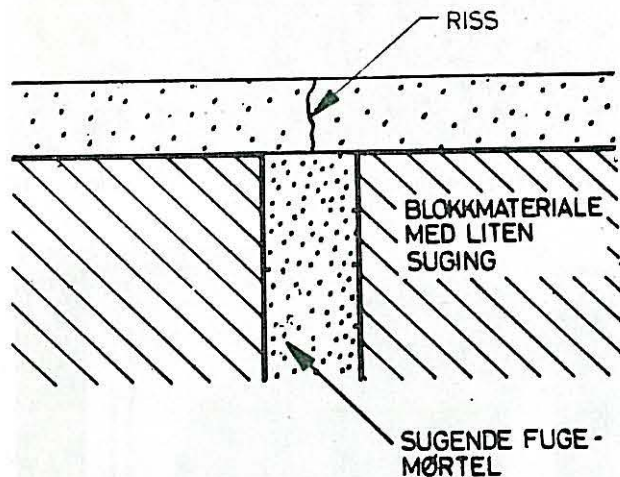
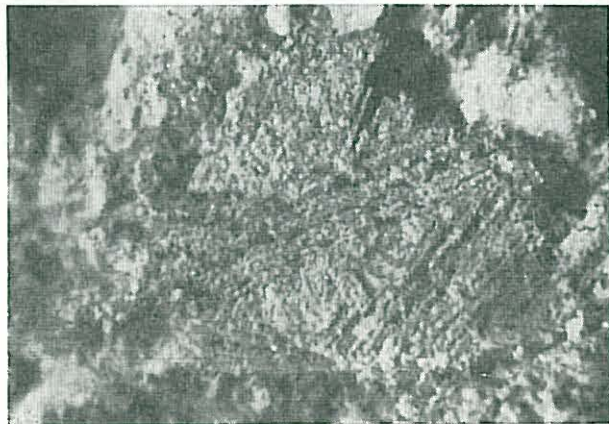


Fig. 16. Hvordan fugeriss kan oppstå fordi underlaget suger ujevnt (se også fig. 7 og 8).



og som er murt sammen med relativt brede og godt fylte fuger (fig. 16). Har veggen fått tørke godt ut mellom muring og pussing, vil fugemørtelen kunne være sterkt sugende. Pussen vil få en lokal, kraftig uttørking, og dermed en sterkere risstendens, akkurat langs alle fuger.

Utvendig, fersk puss er særlig ømfintlig overfor frost i herdetiden fordi flaten er stor og tykkelsen liten. Pusslaget vil kunne bli sterkt nedkjølt selv ved en kortvarig nattefrost, og begynner mørtelvannet å fryse, er pussen ødelagt. Det danner seg nemlig lange, kraftige isnåler i mørtelen som ødelegger strukturen og bryter ned fastheten (fig. 17). Det skulle derfor aldri være tillatt å pusse ved lavere temperatur enn + 3—4° C eller når det er fare for frost. Fersk puss kan også bli ødelagt av sterk nedfukting, og det har forekommet at utvendig puss er blitt mer eller mindre vasket av veggen under sterkt slagregn. Regn og tåke som legger seg på pussflaten kan vaske ut fri kalk fra mørtelen, og denne kalken karbonatiserer senere i luften og danner et hvitt belegg utenpå pussen. Det er særlig gjennomfarget puss, f. eks. tynnpuss, som kan få utseendet ødelagt på denne måten.

Dersom mørtelen tørker for raskt ut i herdetiden, vil den, som før nevnt, få øket svinn. Hvis uttørkingen er særlig kraftig, hvis pussen f. eks. står utsatt for sterk sol og vind, vil mørtelvannet i hele dens tykkelse kunne fordampe lenge før herdingen er avsluttet. Det er klart at dette i høy grad går ut over styrke, tetthet og andre egenskaper i pussen, og i verste fall kan den bli helt ødelagt.

En rekke puss-skader skrives seg fra uheldige detaljer under arbeidsutførelsen, f. eks. ved at det ikke blir tatt tilstrekkelig hensyn til at det senere vil bli bevegelser i underlaget. Særlig ofte finner man slike skader ved dør- og vindusomramninger. Trekarmer vil svinne meget sterkt når de tørker ut og bevege seg i forhold til de pussede falsene. Dersom det er pusset helt inn på karm eller omramming, vil pussen bli trukket løs (fig. 18). Tilsvarende skader får man der hvor sålbenkbeslaget er pusset inn på en slik måte at det ikke har noen bevegelsesmulighet.

Bli pussen ført frem over en dilatasjonsfuge, er det ingen sjanse for å unngå store og stygge sprekker (fig. 19). Der hvor innvendige vegger ikke kan mures i forband med de bærende veggene, er det også omtrent umulig å unngå bevegelser. I slike tilfelle bør pussens aldri føres igjen-

Fig. 17. Frostskade i fersk mørtel med tydelige spor etter isnåler.

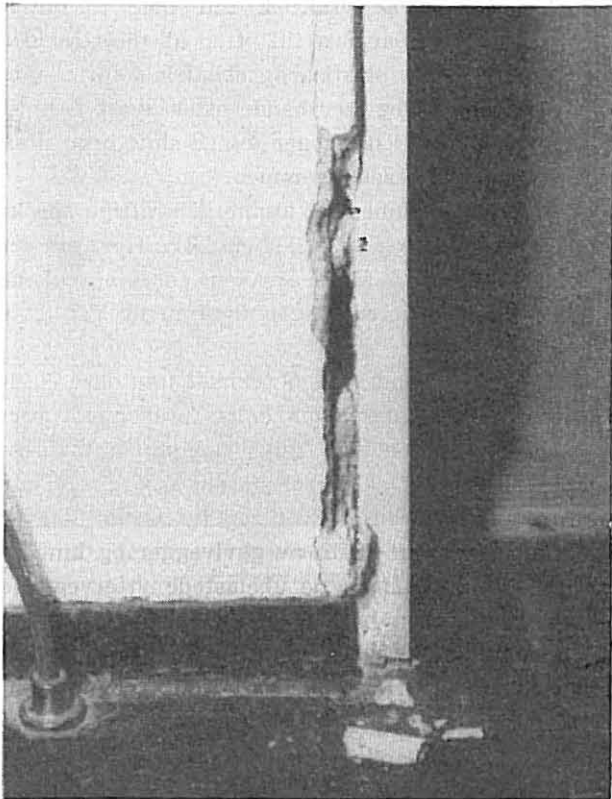


Fig. 18. Puss-skade som skyldes bevegelser i doromramningen.

nom i hjørnet, man skal la det stå igjen en stripe på 1—2 mm helt inne ved den bærende veggen, slik at man får en sprekkkanvisning.



Fig. 19. Sprekk over dilatasjonsfuge.

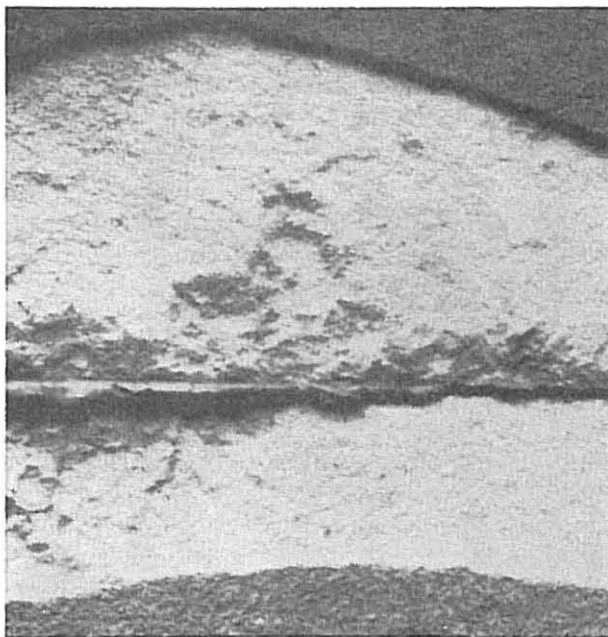


Fig. 20. Sprekk over grunnmurrapp.

Slike bevegelser mellom de enkelte bygningsdeler kan også forekomme på mer uventede steder. Et typisk eksempel på dette er fugen mellom grunnmur og vegg der hvor det er brukt papp som fuktsperre (fig. 20). Erfaringene viser at det ikke må pusses over denne fugen dersom skader skal unngås. Det riktige er å avslutte pussene akkurat ved overkant av fugen og beholde sokkelen upusset og dermed litt tilbaketrukket.

2.3 Andre skade-årsaker.

I mange tilfelle kommer det puss-skader selv der hvor det er brukt god og riktig mørtel og en førsteklasses arbeidsutførelse. Det største antallet av slike skader skriver seg fra unormalt store bevegelser i underlaget, bevegelser så store at pussene ikke klarer å ta dem opp uten å spreke eller bli ødelagt på annen måte. I de fleste tilfelle er da også underlaget sprukket, og denne skadetypen er derfor lett å identifisere.

De fleste konstruksjonsmaterialer har som pussmørtelen selv mer eller mindre svinn, og selv armert betong kan få svinnsprekker. Særlig sårbare er dør- og vindushjørner hvor det blir sterke spenningskonsentrasjoner. Murte og støpte vegger kan mange ganger stå i årevis med store svinnspenninger, men uten å spreke. Et plutselig sjokk eller sterke rystelser, f. eks. fra en sprengning i nærheten, kan imidlertid være nok til å løse ut disse spenningene slik at det dannes store mengder riss og sprekker. Svinn i underlagsmaterialene er dessuten enda en av de årsakene som kan gi de typiske fugerissene (fig. 7).

Gavlsprekker langs over- eller underkant av

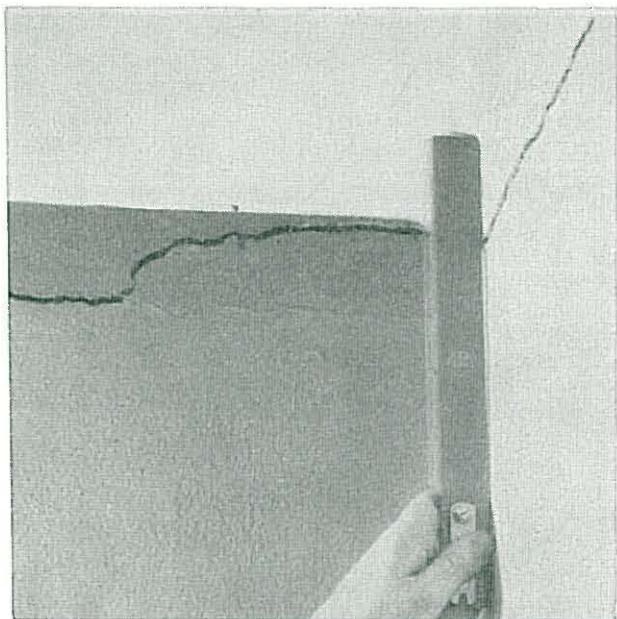


Fig. 21. Sprekk som skyldes svinn i betongbjelkelaget.

loftsbjelkelaget er blitt svært alminnelige de siste årene. De skriver seg nok ofte fra flere årsaker, bl. a. fra de store temperaturdifferansene som det gjerne blir over et loftsbjelkelag, men det er sikkert svinn i bjelkelaget som har hovedskylden. Samtidig med svinn, og delvis på grunn av det, vil betongdekket akkurat i gavlen ha en tendens til å bøye seg opp. Dette går særlig tydelig frem av den innvendige sprekkene i fig. 21. Her kan man se hvordan veggdelen over sprekkene er løftet i været, samtidig som den er trukket atskillige millimeter innover i rommet.

Særlig de senere årene har man merket at armert betong kan få deformasjoner som kan bli ubehagelig store. Disse bevegelsene skriver seg både fra svinn og fra plastisk og elastisk deformasjon, og det kan være flere grunner til at de synes å være større nå enn før. Slankere og bedre utnyttede konstruksjoner spiller sikkert en stor rolle, og det samme gjør vinterstøping og kortere byggetid. Deformasjonene fører til nedbøyninger i bjelkelagene og til setning i vegger og søyler, og de kan være årsak til flere forskjellige typer av puss-skader. Særlig hardt går det ut over murte lettvegger som kan få kraftige sprekkdannelse, og man har til og med eksempler på knekning av slike vegger fordi etasjehøyden rett og slett er blitt mindre.

I fig. 22 er det vist en spesiell skadetype som hovedsakelig skriver seg fra disse betongdeformasjonene. Det dreier seg her om en puss på gipsbasis som har svært lite svinn og helt andre temperaturbevegelser enn betongen. I det eksemplet som er vist i figuren er betongen ru og ujevn og skulle gi et utmerket pussfeste. Til tross for dette

løsnet pussene over praktisk talt hele takflaten med et brak et par års tid etter at pussarbeidet var ferdig. Svinn, plastisk og elastisk deformasjon og temperaturbevegelser hadde etter hvert ført til svære spenninger i heftsonen, og til slutt brøt altså heftfastheten plutselig sammen.

Setninger i grunnen vil kunne gi kraftige sprekker i underlag og puss (fig. 23). Her er det ofte ganske lett å finne årsaken, fordi sprekkene gjerne starter allerede i grunnmuren og vanligvis er størst der.

De gjennomgående veggsprekkene kan også skyldes rene temperaturspenninger og forekommer særlig der hvor det er for langt mellom dilatasjonsfugene. Et annet eksempel på slike sprekker har vi i fig. 24. Skaden skriver seg fra en boligblokk hvor bæresystemet besto av gavlvegger og innvendige skillevegger, men de ubelastede ytterveggene var også i armert betong, innvendig isolert. Mens de innvendige bæreveggene sto under nesten konstante temperaturforhold året rundt, svingte temperaturen i langveggene fra laveste vintertemperatur og til langt over høyeste sommertemperatur (p. g. a. solstråling). De termiske bevegelsene dette førte med seg, ble for meget for ytterveggene, de fikk store, gjennomgående sprekker over og under hvert bjelkelag i hele fasadens lengde.

Det er imidlertid ikke bare sprekkdannelse i underlaget som hører med til de «ytre» årsakene til puss-skader. Vi har også eksempler på at puss blir ødelagt fordi påkjennningene av andre grunner blir langt større enn de normalt skulle være. I fig. 25 er vist et tilfelle hvor pussene er skallet av fordi underlagsmaterialet har fått svære frostsprengninger. I enkelte tilfelle kan en slik skade føres tilbake på pussene selv, at den ikke

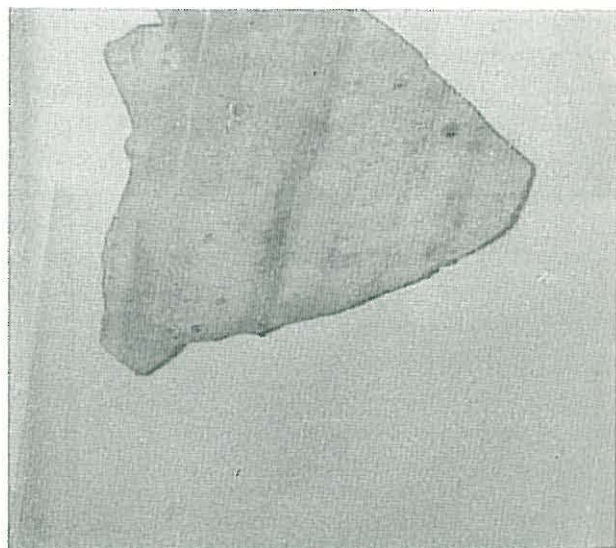


Fig. 22. Gips pussen på himling er sprengt løs av bevegelsene i betongbjelkelaget.

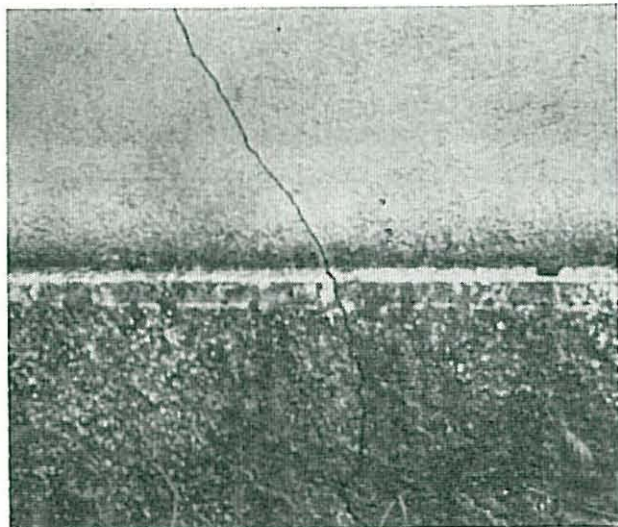


Fig. 23. *Setninger i grunnen har vært årsak til sprekk i grunnmur og vegg.*

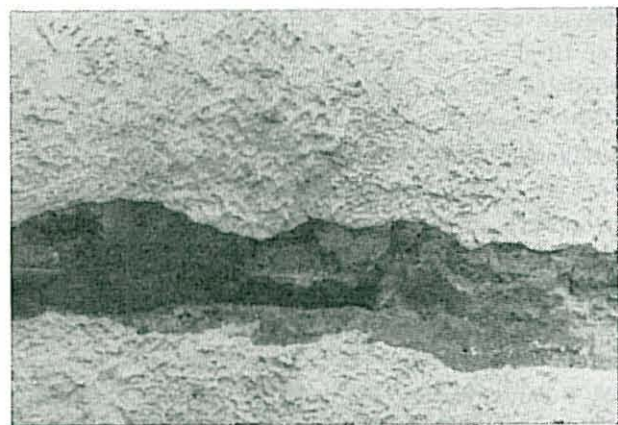


Fig. 24. *Sprekk langs stopeskjot p. gr. a. temperaturbevegelser i ytterveggen.*

har gitt veggen tilstrekkelig beskyttelse mot været. I andre tilfelle er imidlertid pussen helt uskyldig fordi fuktigheten er kommet inn i underlaget ad andre veier, f. eks. ved diffusjon innenfra, ved oppsuging fra grunnen eller som lekkasjer i vinduer, brystninger og beslag. Fig. 26 viser hvordan pussen kan få lokale frostskafer fordi fasadene har bygningstekniske feil som fører til unormale vannmengder på veggen, i dette tilfelle manglende avdrypp fra sålbenk.

Utblomstringer og saltsprengninger danner en egen stor gruppe av puss-skader med mange forskjellige ytre årsaker. De skriver seg imidlertid alle sammen fra at fuktighet på en eller annen måte trenger seg inn i betong eller murverk og der blir sugd opp kapillært. Dette kapillarvannet vil løse opp salter fra materialene og bringe det med seg videre på sin vei. Når vannet til slutt kommer frem til en ut- eller innvendig veggflate, vil det begynne å fordampe samtidig som saltene igjen krystalliseres ut. I beste fall blir resultatet utblomstringer og skjolder på veggen, i verste fall fører krystalldannelsen til en kraftig sprengvirkning som kan ødelegge både puss og underlagsmaterialer.

Fig. 27 gir et eksempel på forholdsvis beskjedne saltutslag på utvendig puss. I dette tilfelle skriver skadene seg fra fuktighet som ble ført inn i veggmaterialene i byggetiden. Ved mange tilsvarende skader kan imidlertid utslagene føres tilbake til høy innvendig luftfuktighet og manglende dampspærre på innsiden av veggen.

Fig. 28 viser en innvendig saltskade hvor både maling og puss er sprengt av. Vannet kan her ha



Fig. 25. *Pussen er falt av fordi underlagsmaterialet har fått store frostskafer.*



Fig. 26. Frostskadene under vindu skyldes delvis at sølbenken ikke er gitt stort nok utstikk.

kommet enten rett gjennom veggen eller fra en eller annen lekkasje, slik som nevnt tidligere. I fig. 29 er det overflatevann som har trengt inn og vært årsak til utslag og sprengning. Husets sokkel er ikke tilstrekkelig beskyttet mot angrep fra snø, is og vann. En finner også mange eksempler på at mangler ved drenering og grunnmurisolasjon har gitt grunnvannet anledning til å trenge inn i murverket og lage saltskader høyt over jordbandet.

3. Reparasjon.

Når nå skadeforløpet er klarlagt, er tiden kommet til å planlegge reparasjonsarbeidet. Først av alt må en da gjøre seg opp en mening om det virkelig går an å få tatt ondet med roten, om

det lar seg gjøre helt å fjerne de virkelige årsaker til skadene. I mange tilfelle er det lett å svare på dette spørsmålet, men svært ofte er problemet riktig vriert. Dette gjelder særlig de såkalte ytre årsakene. Alle gjennomgående sprekker, f. eks., har en lei tendens til å komme igjen. Verst er temperatursprekkene fordi bevegelsene der alltid vil være omtrent de samme hvor lang tid det enn går. Setningssprekker er mer usikre fordi bygningen noen ganger har falt til ro, mens den i andre tilfelle kan fortsette å sette seg gjennom mange år. Svinnsprekker er for så vidt de greieste, der vet man at den vesentligste delen av bevegelsen



Fig. 27. Saltutslag på utvendig puss.



Fig. 28. Innvendige saltskader.

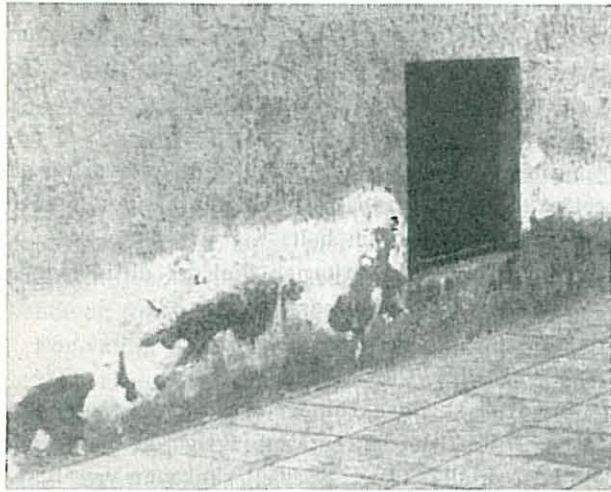


Fig. 29. Saltskader som skyldes utilstrekkelig beskyttelse mot overflatevann.

er unnagjort etter forholdsvis kort tid. Selv disse sprekke vil imidlertid åpne seg igjen hvis de bare blir pusset over, men så store som før blir de aldri.

Ved saltskader og frostska-der i underlagsma-terialene må lekkasjene finnes og stoppes effektivt igjen. I mange tilfelle vil det kunne bety store reparasjonsarbeider som f. eks. omlegging av tak, utskifting av vinduer eller fullstendig ny drenering. Det haster gjerne med den slags reparasjo-ner fordi skadene av denne typen har en slem tendens til å utvikle seg stadig raskere. Dessuten er det nødvendig å sørge for at det meste av fuk-tigheten i konstruksjonene får tørke ut før man koster for meget på reparasjonsarbeidet. Dette er en langsom prosess som kan ta flere år, og det kan derfor i enkelte tilfelle være nødvendig med midlertidige reparasjoner bare for uttørkningsti-den.

Selve reparasjonsarbeidet av pussene kan også deles opp i grupper, alt etter skadenes størrelse og omfanget av utbedringene.

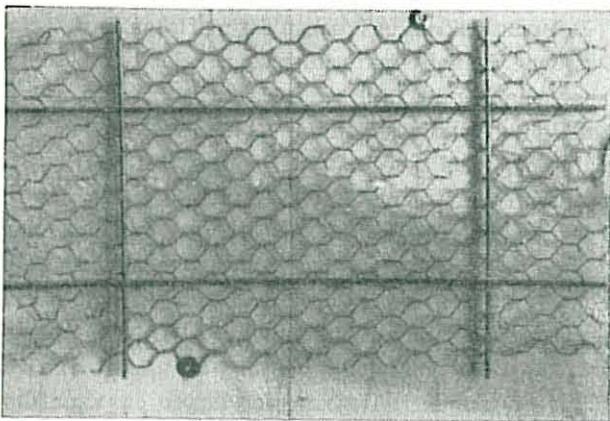


Fig. 30. Sare-matten.

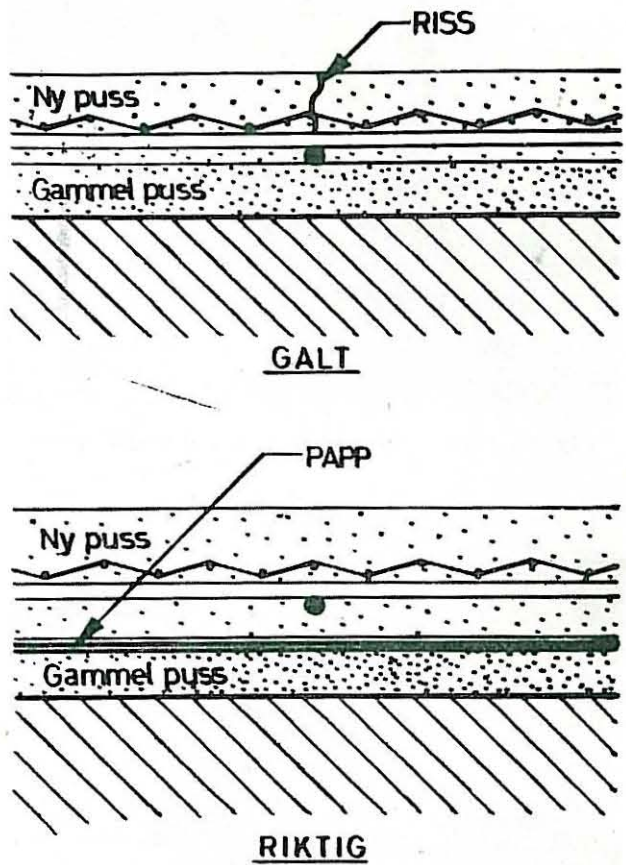


Fig. 31. Riktig og gal utførelse av armert puss.

3.1 Meget dyptgående årsaker.

I enkelte tilfelle, og særlig i forbindelse med utvendig puss, kan skadene være så alvorlige og vanskelige at det er nytteløst å pusse om eller flikke på vanlig måte. Da må man gripe til mer drastiske forholdsregler: Veggene må enten kles utvendig — fortrinnsvis med en luftet kledning —, eller det må brukes en armert puss som holdes helt atskilt fra underlaget.

Det er vanskelig å gi noen detaljert fortegnelse over akkurat de typene av skader og årsaker som krever en slik omfattende reparasjon. Er imidler-tid veggene sterkt sprukket opp med mange og lange gjennomgående sprekker, nytter det neppe å reparere på annen måte (fig. 24 er et godt eks-empel på en slik vegg). Det samme gjelder vegger hvor underlagsmaterialene har fått så sterke over-flateskader p. g. a. frost- og saltsprengning at de ikke lenger egner seg som pussbærere (fig. 9 og 29).

Vi skal ikke her gå nærmere inn på utformingen av ulike typer kledning, men nevne litt om de vik-tigste prinsippene for en armert puss.

Der hvor underlaget beveger seg, er det av av-gjørende betydning at pussene ikke hefter til veg-gen. Heftfastheten må brytes og det kan man f. eks. gjøre med et lag vannfast, men diffusjons-

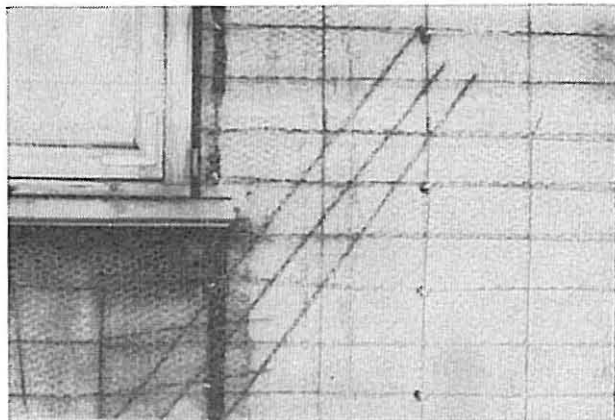


Fig. 32. Plasering av hjørnejern ved armert puss.

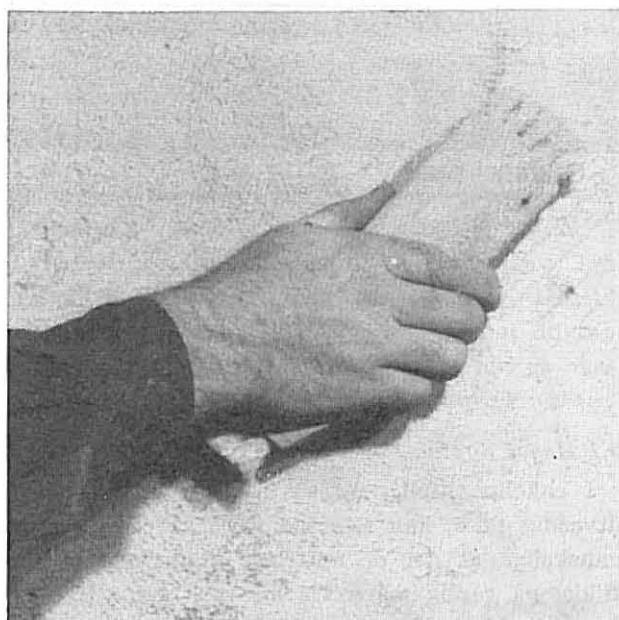


Fig. 33. Borsting av underlaget.

åpen papp. Det vil også være tilstrekkelig å stryke veggflaten på forhånd med en kalkvelling fordi kalken vil få alt for liten styrke til å kunne overføre krefter av noen betydning. Som hovedarmering bør det brukes et sveiset armeringsnett nr. 14 som festes forsvarlig til veggen ved innskutte bolter eller tilsvarende solid utførelse. Den siden av nettet som ligger inn mot veggen skal på forhånd være gitt et strøk med ren cementvelling. Pussnettingen bør ha ca. $\frac{1}{2}$ " masker og tråddykkelse 22, og den skal enten sveises fast til nettet før det monteres eller festes omhyggelig med bindtråd til det monterte nettet. Det er av avgjørende betydning for pussens kvalitet at nettingen er skikkelig festet og har god overlapp i alle skjøter.

I stedet for armeringsnett og netting kan spesialarmering som den svenske Sare-matten brukes (fig. 30). Monteringen blir enklere fordi armering og netting leveres ferdig sammensveiset.

Dersom armeringen legges direkte inn mot veggen, vil det lett danne seg riss over de jernene som ligger underst (fig. 31). Det bør derfor sørges for at nettet blir holdt i en konstant avstand av ca. 1 cm fra vegglivet ved hjelp av små klosser. Ved påtrekkingen av pussen skal det legges godt press på brettet slik at mørtelen trenger inn bak de underste jern og omslutter dem helt.

Ved vindus- og dørhjørner skal det alltid legges inn rikelig med skråarmering (fig. 32).

3.2 Skader som krever full ompussing.

Der hvor skadene finnes over store arealer, er det som oftest det sikreste og riktigste å pusse om hele veggen eller taket. Spesielt skal man være varsom med flikkarbeider der hvor det er store bompartier. En nærmere undersøkelse viser gjerne at heftfastheten er så dårlig også på resten av flaten at pussen før eller senere vil falle av. Der hvor pussen har vært for svak mot mekaniske påkjenninger og frost, vil man også ofte slippe senere ergrelser om det pusses helt om med en gang.

Det skal nedenfor gis en summarisk oversikt over fremgangsmåten ved ompussingen. I virkeligheten er jo dette stort sett det samme som å gi en oppskrift på hvordan pussarbeidet opprinnelig burde vært utført.

A. Forbehandling av underlaget.

Alle skader i underlaget fra frost-, salt- eller rustsprengning skal omhyggelig repareres. Skadde stein eller blokker skiftes ut, ødelagt betong og avstandsklosser av tre meisles vekk, og alt jern hugges av 1—2 cm innenfor murlivet og slemmes over med ren cementvelling. Alle sår i overflaten og alle dårlig fylte fuger flikkes med samme mørtel som skal brukes til grovstokkingen. Gammel puss og fremstikkende fugemørtel meisles bort.

Så børstes veggen omhyggelig ren for støv, saltutslag og løse korn med en piassavakost eller en stiv skurebørste (fig. 33). Finnes det sot eller fett på flaten, må dette skures eller vaskes bort.

Det neste skritt er å sørge for at flaten har riktig sugsevne. Enkelte materialer som f. eks. tett betong, meget hardbrent tegl og Leca suger så lite at de aldri skal fuktet. Vanningen utføres ellers med slange og dusjspreder (fig. 34) og skal være så grundig at underlagets ytre sjikt ikke lenger suger. I tørt, varmt vær kan dette bety at det må vannes to ganger. Er det stekende sol eller tørr, kraftig vind, må det aldri pusses hvis ikke flaten kan beskyttes med f. eks. presenninger. Før selve pussarbeidet tar til, må det gå så lang tid at flaten igjen suger ganske lett. Dersom det ligger en vannfilm på veggen, må det aldri pusses.

B. Tynngrunning.

Riktig utført tynngrunning øker pusskvaliteten meget sterkt. Den gir pussen langt bedre heftfasthet til de aller fleste materialer, jevner ut variasjoner i sugsevne som underlaget måtte ha og fører til en kraftig forsterkning av overflater med liten motstand mot svinnkrefter. Dessuten vil tynngrunningen gjøre pussen langt mer motstandsdyktig mot slagregngjennomgang så sant den utføres helt dekkende og forseglar alle fuger og riss.

For vanlig tynngrunning brukes en cementmørtel 1:2½ i tykk vellingskonsistens, som føres på underlaget i en tykkelse av 1—1½ mm (aldri tykkere!). Tynngrunning må ikke på noen måte forveksles med såkalt utspriting, den har helt andre egenskaper og helt annen kvalitet. Påføringen bør helst gjøres med kost (bred gresskost) slik som vist på fig. 35. Kostingen får tynngrunningen til å trenge godt inn i underlaget, den gjør det mulig å dekke og forsegle flaten fullstendig, og den sikrer at tynngrunningslaget ikke blir for tykt. Sand for tynngrunning bør være den samme som for grovstokking, altså med største kornstørrelse 4—5 mm. Påføringen skal gjøres med kraftige, grove strøk slik at overflatestrukturen blir mest mulig ru.

Er underlaget meget glatt og lite sugende, brukes en annen tynngrunningsmørtel med sammensetning cement:sand 1:1 og med største kornstørrelse på sanden 1—2 mm. Påføring og tykkelse er ellers som for vanlig tynngrunning. Med denne utførelsen er det mulig å oppnå førsteklasses heftfasthet til selv den glatteste og minst sugende betong. Det må imidlertid passes nøye på at mørtelen ikke får separere før påføringen, og den må derfor røres opp med jevne mellomrom.

Det sikreste resultat får man hvis tynngrunningen står omtrent et døgn før grovstokken kastes på. Er forholdene særlig uheldige i dette tidsrommet, kan det tenkes at den må gis en vanning slik at den ikke tørker alt for fort ut.

Tynngrunning har så store og innlysende fordeler at den i virkeligheten burde brukes ved alt pussarbeid, og i et hvert fall ved all utvendig puss.

C. Pussarbeidet.

Det må først av alt passes på at den mørtelen som skal brukes for selve hovedpussen, grovstokken, har et blandingsforhold som egner seg for underlagsmaterialet og for de ytre påkjenningene. Videre må det settes strengest mulige krav til utmåling og blanding. Før det pusses må det igjen kontrolleres at underlaget har riktig sug, — er det brukt tynngrunning vil vanligvis sugsevnen allerede være sterkt redusert (fig. 36).

Grovstokken skal alltid kastes på flaten. Trekkes



Fig. 34. Fukting av underlaget.

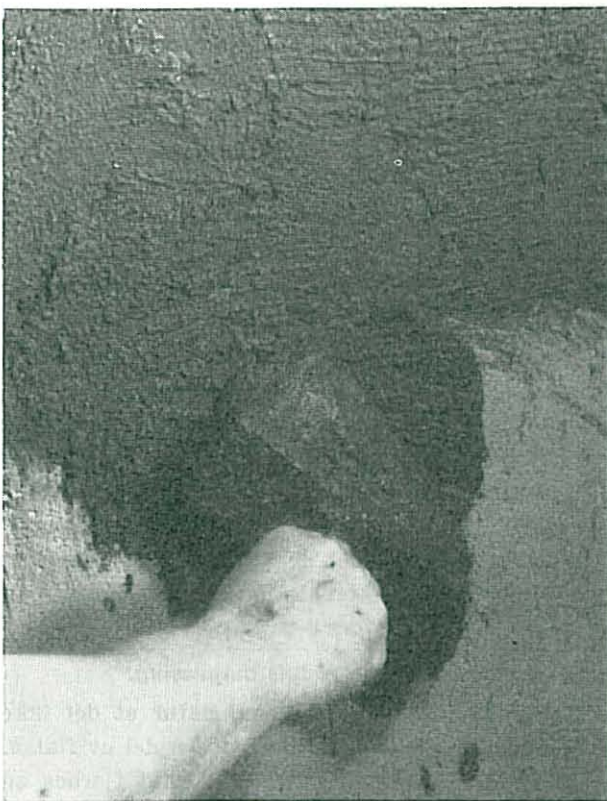


Fig. 35. Tynngrunning med kost.

den på, vil det dannes store luftblærer som reduserer heftfastheten meget sterkt, og som gir utmerkede angrepspunkter for frostsprengning (fig. 5). Det er en meget stor fordel om det klarer seg med ett påkast som da bør være 8—12 mm tykt og i et hvert fall ikke tykkere enn 15 mm. Tykke, tunge



Fig. 36. Puss på tynngrunning. Sammenlikn med fig. 12.

påkast øker faren for sigeriss meget sterkt. Dersom det må brukes flere påkast, skal hvert av dem aldri være tykkere enn ca. 10 mm, og tiden mellom dem må minst være 2 døgn. Ofte vil det være nødvendig med ny vanning foran hvert påkast. Eventuell brettskuring må ikke overdrives fordi skuringen trekker bindemiddel ut av pussen opp til overflaten.

Edelpuss, tynnpuss, sandsparkel og tilsvarende produkter må behandles og påføres i full overensstemmelse med fabrikkens bruksanvisninger. Underpuss for slike spesialtyper skal utføres som beskrevet ovenfor for vanlig puss, og det må spesielt passes på at underpuss for edelpuss ikke blir for svak.

Etter at pussarbeidet er ferdig, skal pussens om nødvendig holdes fuktet de første 4—5 døgn.

3.3 Skader som krever delvis ompussing.

Mange skader er av så lokal natur at det ikke er nødvendig å pusse om mer enn en del av flaten. Absolutt all skadd puss må imidlertid fjernes og underlaget forbehandles slik som allerede beskrevet. Ved nedhuggingen av pussens er det en fordel om en kan følge rette linjer, loddrett eller vannrett, for at skjøtene skal bli minst mulig synlige. På fasader bør en hugge langs naturlige linjer, f. eks. langs vindusrekker, nedløpsrør o. l.

Reparasjonsmørtelen bør ha omtrent det samme blandingsforhold som den opprinnelige mørtelen, og

de samme bindemidler og helst også samme sandtype benyttes. Tynngrunning og pussarbeid utføres som beskrevet i forrige avsnitt. Den gamle pussens må dekkes til omhyggelig slik at den ikke blir sølt til under arbeidet.

Gjennomgående sprekker kan i visse tilfelle repareres lokalt, men betingelsen er at det ikke er for mange av dem, og at bevegelsene ikke lenger er så store. Fig. 37 viser en metode, anbefalt av den danske civ.ing. *Dührkop*, som kan brukes i slike tilfelle. Pussen hugges av 10—15 cm på begge sider av sprekken, og underlaget renses og forbehandles. Også her bør det om mulig hugges etter rette linjer og pusskanten skråskrapes slik at den nye mørtelen i skjøtene kommer litt under den gamle. Over selve sprekken brytes heftfastheten med kalkvelling, papir eller papp, mens resten av den avhugde flaten tynngrunnes for at heften her skal bli best mulig. Deretter spennes netting over hele flaten, og det pusses. Reparasjonsarbeidet etter denne metoden har vært gjennomført også her i landet, og resultatene ser kraftig bra ut.

Der hvor man kan vente større bevegelser i underlaget, f. eks. ved dilatasjonsfuger, må slike fuger gjennomføres også i pussens.

3.4 Overflateskader og andre småskader.

Hvis skadene er små og grunne, og pussens ellers er intakt, kan det mange ganger repareres med ganske enkle midler. Saltutslag som ikke har skadd selve pussens, kan i enkelte tilfelle fjernes ved børsting eller vasking. Går ikke dette, kan man forsøke med fortynnet saltsyre. Pusslaget må da på forhånd mettes med vann, og veggen må skylles grundig etter at rensingen er ferdig. Saltsyren vil ellers kunne være årsak til nye saltutslag.

I mer hardnakkete tilfelle må det legges en ny, tynn overflatebehandling utenpå den gamle. Den

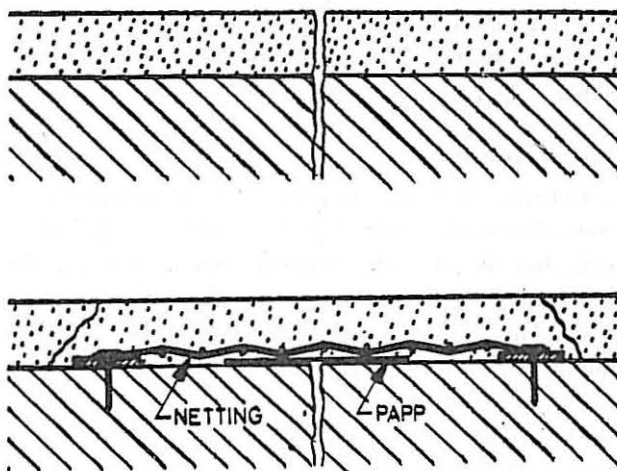


Fig. 37. Reparasjon av skadd puss (etter *Dührkop*).

opprinnelige pussflaten må da på forhånd være rensset for alt løst støv og salt og for sot og skitt som kan ha satt seg på den i brukstiden. Er det nye laget på cement- eller kalkbasis, må flaten dessuten fuktes tilstrekkelig. Velger man å bruke et materiale på olje- eller plastbasis, vil fukting være unødvendig. Før en slik ekstra behandling gjennomføres, må man imidlertid være helt sikker på at veggen er tørket så meget ut at det ikke vil komme nye saltutslag.

Kalksprett kan også repareres ganske enkelt hvis kraterne ikke er for store eller sitter alt for tett. Det må imidlertid være sikkert at det ikke finnes flere uleskede korn igjen i pussen, og flikkingen må derfor ikke gjøres for tidlig. En ekstra sikkerhetsforanstaltning er å fukte ned flaten med kost eller

slange en gang pr dag i 4—5 dager. Dette vil fremskynde leskingen av eventuelle etternølere i pussen. Den gamle pussen må børstes ekstra omhyggelig slik at man også får med seg løssprengte partikler i kraterne. De tørre kraterne må så fylles med mørtel, og til slutt trekkes et tynt lag tynnpuss, finpuss eller sandsparkel på flaten.

Små, lokale bompartier vil i enkelte tilfelle kunne utbedres ved en injisering av tyntflytende cementmørtel 1:1 eller cementlim i heftsonen. Pussen må da gis en forstøtning på disse punktene for at den ikke skal bli sprengt ut under injiseringen. Før en slik reparasjon kan settes igang, må det på forhånd være slått fast at heftfastheten for resten av pussen er tilstrekkelig god.

Søtrykk av Bygg nr. 5 og 6.
Søtrykk nr. 1789.

AAS & WAHLS BOKTRYKKERI, OSLO