



# LUND UNIVERSITY

## Brand i magasin 6 i Stockholms frihamn

Lindblad, Åke; Pettersson, Ove; Schmidt, Bertil; Ödeen, Kai

1966

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Lindblad, Å., Pettersson, O., Schmidt, B., & Ödeen, K. (1966). *Brand i magasin 6 i Stockholms frihamn*. (Bulletin of Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Bulletin 3; Vol. Bulletin 3). Lund Institute of Technology.

*Total number of authors:*

4

### **General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

*Sven Melander*

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY • LUND • SWEDEN • 1966  
DIVISION OF STRUCTURAL MECHANICS AND CONCRETE CONSTRUCTION - BULLETIN 3

*Inst. för Byggnadsstatik*

ÅKE LINDBLAD - OVE PETTERSSON - BERTIL SCHMIDT - KAI ODEEN

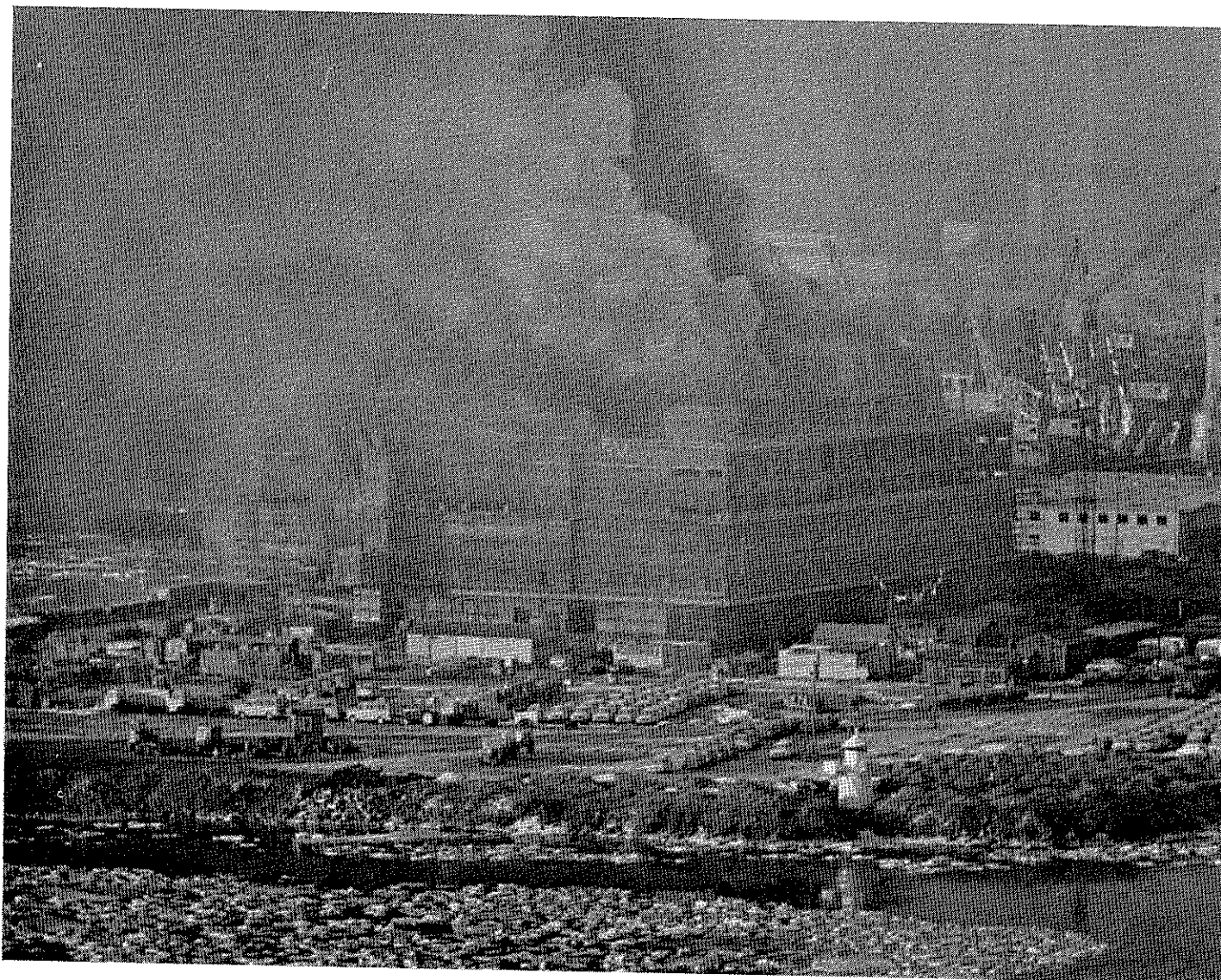
**BRAND I MAGASIN 6 I STOCKHOLMS FRIHAMN**



## **Brand i magasin 6 i Stockholms Frihamn**

*Åke Lindblad  
Ove Pettersson  
Bertil Schmidt  
Kai Ödeen*

*Den 10 mars 1966 uppstod i samband med isoleringsarbeten en brand i en magasinsbyggnad i Stockholms Frihamn. Byggnaden var under uppförande och övre källarplanet dit branden var begränsad höll på att inredas till frysrum. En analys av brandskadorna har gjorts som visar att dessa fått en anmärkningsvärd omfattning med hänsyn till brandvaraktigheten och konstruktionens brandtekniska klass. Trots branden kommer magasinet att kunna slutföras helt inom en byggnadstid av två år (utöver grundläggning). Ett snabbt återställande av de brandskadade delarna genomfördes genom sprutbetongförfarande.*



# Brandskadeanalys

Professor Ove Pettersson, LTH, och tekn lic Kai Ödeen,  
Brandtekniska laboratoriet, Statens Provingsanstalt,  
redogör här för en analys av  
brandskadorna i magasin 6, Stockholms Frihamn.

Den 10 mars 1966 utbröt en intensiv brand i den för Stockholms hamnförvaltning under uppförande varande magasinsbyggnaden 6 i Stockholms Frihamn. Byggnaden är utformad med bärande betongstomme och har sex våningar, varav två under markplanet belägna källarvåningar. Branden utbröt i den övre av dessa källarvåningar och kunde till sin omfattning begränsas till denna våning jämte med denna kommunicerande trapp- och hisschakt.

Den av branden direkt påverkade källarvåningen är utformad med bärverk av typen pelardäck i armerad betong och bärande armerade betongytterväggar. Pelarna är massiva med cirkulärt tvärsnitt med diametern 130 cm och har centrumavståndet 8 m. Den armerade pelardäcksplattan har en tjocklek, som över konstruktionen varierar mellan 42 och 50 cm, och är försedd med ett i den statiska kraftupptagningen inte deltagande betongövergolv med tjockleken 5 cm. I anslutning till pelarna är pelar-

däcksplattan skjuvarmerad för att ge erforderlig grad av säkerhet mot genomstansningsbrott.

För den bärande konstruktionen har föreskrivits betongkvaliteten K 350 med en tillåten böjtryckspänning  $\sigma_{b_{till}}$  = 110 kp/cm<sup>2</sup> och en tillåten skjuvspänning  $\tau_{b_{till}}$  = 8 kp/cm<sup>2</sup>. Av resultaten från genomförda kontrollprovningar framgår, att verklig betongkvalitet sannolikt överstiger K 400 med de tillhörande tillåtna spänningarna  $\sigma_{b_{till}}$  = 125 kp/cm<sup>2</sup> och  $\tau_{b_{till}}$  = 8,5 kp/cm<sup>2</sup>. Armeringen utgörs av kamstål Ks 40 med den tillåtna dragspänningen  $\sigma_{j_{till}}$  = 2 200 kp/cm<sup>2</sup> för stängdiameter  $\leq 16$  mm och  $\sigma_{j_{till}}$  = 2 000 kp/cm<sup>2</sup> för grövre stänger.

Källarvåningarna innehåller utrymmen för kylning och frysning av färskvaror och är därför invändigt försedda med dels en fuktspärr i form av en membranisolering av asfalt och asfaltpapp och dels en värmeisolering av på golven 10 cm kork och på väggar och tak 20—30 cm wellit.

Pelardäckskonstruktionen är dimensionerad för egenvikt, uppgående till 1,01—1,20 Mp/m<sup>2</sup>, samt en nyttig last, som inom delar med 50 cm platttjocklek uppgår till 3 Mp/m<sup>2</sup>, fältvis placerad på för respektive snittstorhet farligaste sätt.

Källarvåningarnas bärande stomme har konstruktivt så utformats, att den uppfyller fordringarna för brandteknisk klass A-4, innebärande att stommen för till vanligt lastfall hörande dimensionerande belastning ska kunna motstå en brands normerade temperatur-tid-förlopp under 4 h, utan att brott inträffar. Enligt nu gällande föreskrifter motsvarar en sådan brandpåverkan en fullständig förbränning inom brandcellen av en brandbelastning, som är ur värmevärdessynpunkt ekvivalent med 200 kg trä per m<sup>2</sup> golvyta.

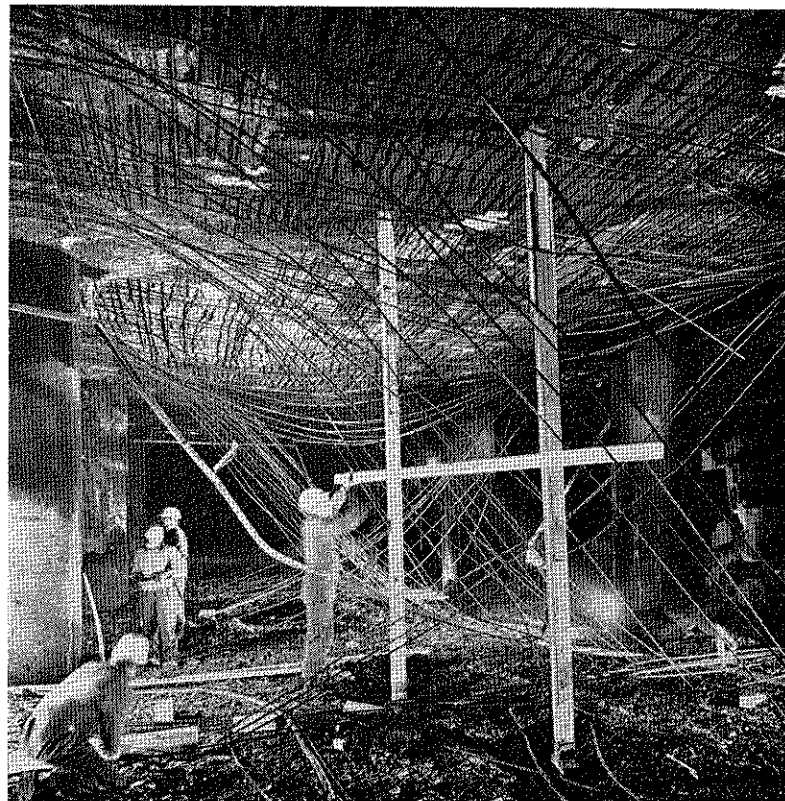
En mera ingående redogörelse av för magasinsbyggnaden väsentliga byggnadstekniska karakteristika ges i efterföljande uppsats, i vilken också detaljerat redogörs för de genom uppkomna brandskador nödvändiggjorda återställningsarbetena inom byggnaden.

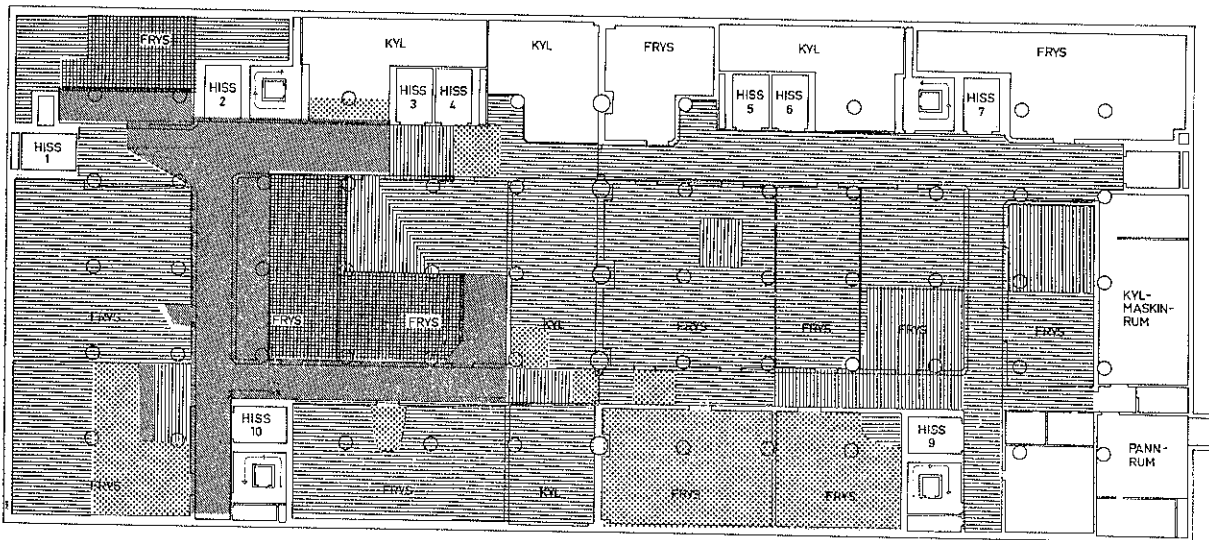
I här föreliggande uppsats koncentreras framställningen till en beskrivning av den analys och skadebedömning av magasinsbyggnaden, som på uppdrag av Försäkringsaktiebolaget Skandia utförts genom Statens Provingsanstalts brandtekniska laboratorium.

## Brandförlopp och brandorsaker

Branden utbröt, som tidigare nämnts, i den övre källarvåningen under pågående arbete med fuktspärrs membranisolering. Antändning i denna ledde snabbt till övertändning i källarvåningen, varvid elden fick god näring genom stora mängder

Fig 1. Interiör av källaren efter branden.





SJÖSIDA

Fig 2. Plan visande fördelning och omfattning av skador på det brandutsatta bjälklaget (jfr fig 3). Vita området betecknar sotad yta, horisontalstreckade fält anger något nedfall av betong (skadegrad 1), prickade fält anger delvis synliga armeringsjärn (skadegrad 2), vertikaltreckade fält visar var underkantsarmeringens båda lager var synliga (skadegrad 3), snedstreckade områden visar var underkantsarmeringen var helt frilagd (skadegrad 4), och rutade fält anger delvis nedfallen armering (skadegrad 5). Bjälklagets huvudmått  $48,6 \times 11,06 \text{ m}^2$ .

exponerat isoleringsmaterial, som antingen monterats på plats eller i väntan på montering lagrats i källarvåningen.

Branden erhöll ett intensivt förlopp med hög förbränningshastighet. En tillhörande kraftig rökutveckling och stark hetta försvårade i hög grad en släckningsinsats, vilken till en början därför måste begränsas till en vattenbegjutning av den brandutsatta källarvåningen utifrån i anslutning till trapp- och hisschakt. Varaktigheten av brandens mera intensiva skede, det s k flamstadiet, var tyvärr ej möjligt att mera noggrant bestämma. Ur av författaren Ödeen vid branden gjorda iakttagelser kan dock brandvaraktigheten grovt uppskattas till ca 2 h.

Branden medförde en mycket kraftig och snabb ytskiktupphettning för brandrummets takkonstruktion och pelare. Därigenom inträffade för takkonstruktionens ytskikt en omfattande avspjälkning, varvid inom stora områden pelardäcksplattans underkantsarmering frilades (fig 1). Efter avslutad brand uppvisade pelardäcksplattan en över sin utsträckning starkt varierande skadegrad, vilket närmare framgår av den i fig 2 redovisade plankartan, genom vilken beskrivs fördelning och omfattning av skadetyper 1—5 med skadetyper 1 svarande mot nära oskadad och skadetyper 5 mot mycket kraftigt skadad konstruktion. För de olika skadetyperna representativa skadebilder exemplifieras genom fig 3 a—e.

Ytskiktsskador av likartad typ som för brandrummets takkonstruktion inträffade också — fast i väsentligt mindre omfattning — på de brandutsatta betongpelarna. Belysande för dessa pelarskador är fig 1. Genom sitt kraftiga tvärmått om 130 cm är pelarna med hänsyn till för brandteknisk klass A-4

gällande fordringar, vilka som minsta tillåtna tvärsnittmått för täckskiktssarmerad pelare anger 40 cm, dimensionsmässigt överstarka, vilket gör, att de uppkomna pelarbrandskadorna kan bedömas som ur bärighets- och brandmotståndssynpunkt oväsentliga.

Genom den nämnda vattenbegjutningen utifrån via trapp- och hisschakt av den brandutsatta källarvåningen kunde dennas golv under branden hållas fuktigt, varigenom på golvet applicerad värmeisolering av kork i väsentlig omfattning förhindrades att delta i förbränningen. Som följd härav kunde brandskadorna för källarvåningens golvkonstruktion begränsas till den för statisk kraftupptagning inte verksamma överbetongen.

Utöver för den direkt brandutsatta källarvåningens konstruktioner medförde branden också ytavspjälkningar och nedsotning inom stora områden av de trapp- och hisschakt, som har direktförbindelse med brandrummet. Skadebilden kunde bedömas som inte allvarlig och förenad med ett förhållandevis enkelt återställningsarbete.

Sammanfattningsvis kan därför konstateras, att branden orsakat nämnvärda bestående skador av allvarlig art enbart för den ovanför den brandutsatta källarvåningen belägna pelardäcksplattan, för vilken inom stora partier underkantsarmeringen genom täckskiktssavspjälkning blev frilagd och därigenom försatt ur kraftupptagande funktion. För pelardäcksplattans ovansida medförde brandpåverkan en fältvis förhållandevis tät sprickbildning och inom stora områden uppkomst av bom för plattans betongövergolv. Genom uttagning av borrkärnor ur pelardäcksplattan och genom noggrann okulärbesiktning i samband med övergolvets bortbilning kunde konstateras, att — bortsett från ett mindre antal

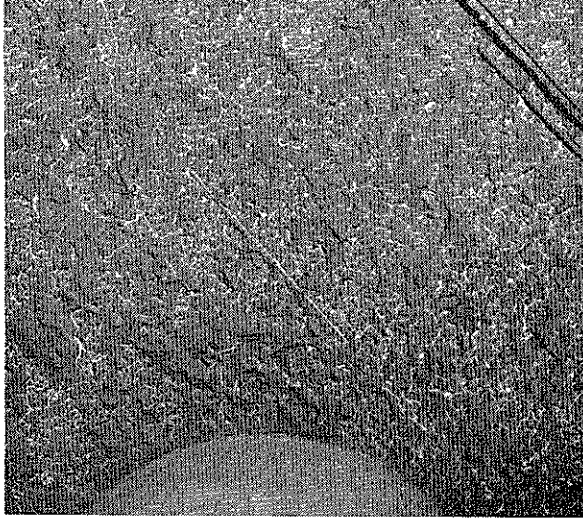


Fig 3 a. Skadegrad 1 (något nedfall av betong).

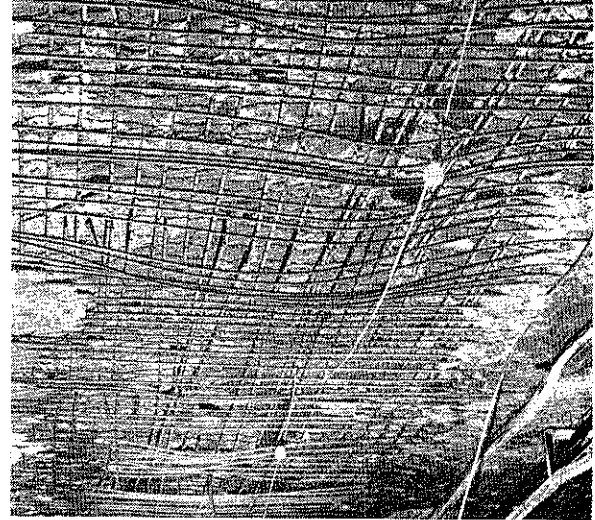


Fig 3 d. Skadegrad 4 (underkantsarmeringen helt frilagd, 8—10 cm nedfall av betong).



Fig 3 b. Skadegrad 2 (underkantsarmeringen delvis synlig).

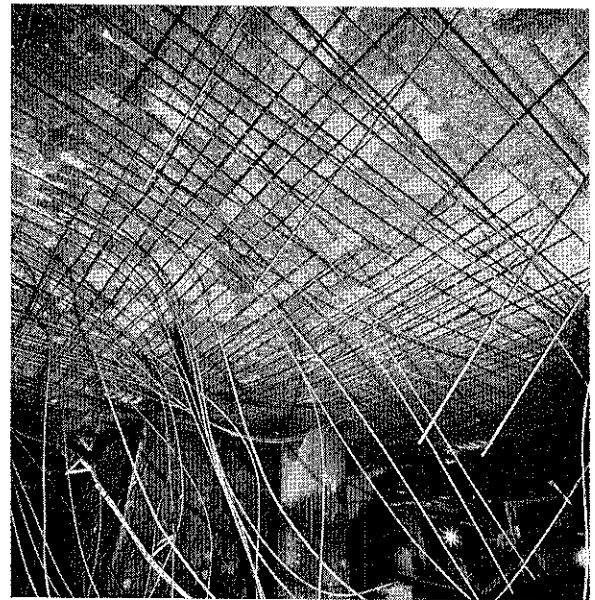


Fig 3 e. Skadegrad 5 (underkantsarmeringen delvis nedfallen).

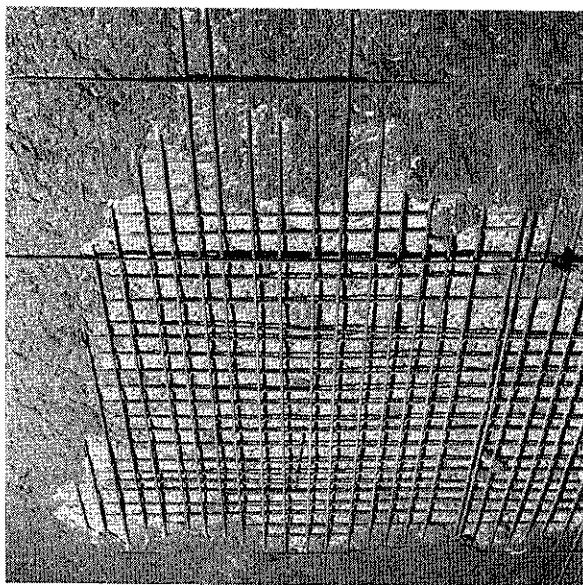


Fig 3 c. Skadegrad 3 (underkantsarmeringens båda lager synliga).

genom hela betongplattan gående sprickor — var sprickbildningen koncentrerad till pelardäckets kraftupptagningsmässigt inte verksamma övergolvkonstruktion. Sprickorna är av typen böjdragsprickor, orsakade av att den statiskt obestämda pelardäckplattan med inte fria deformationsmöjligheter genom ensidig brandpåverkan påtvingas negativa böjmoment med böjdragspänningar i plattans överkant som konsekvens.

Att den genom branden allvarligt skadade pelardäcksplattan ej störtade samman i anslutning till branden får primärt tillskrivas förhållandet, att plattan vid och före brandtillfället endast var belastad av sin egenvikt, vilken är låg i jämförelse med plattans nyttiga last.

#### Beräknade brandtemperaturer

I aktuellt fall konstaterat förhållande, att en pelardäcksplatta, som uppfyller normenliga fordringar för brandteknisk klass A-4, genom en två timmars

brandpåverkan erhåller så allvarliga skador, att konstruktionen sannolikt skulle ha störtat samman, om dimensionerande belastning förelegat, tyder på en brandpåverkan, som är väsentligt strängare än den till normenligt temperatur-tid-förlopp hörande. Av denna anledning har en kompletterande teoretisk beräkning av aktuell brandtemperaturs tidsvariation över värme- och massabalanssekvationer bedömts starkt angelägen.

En sådan beräkning förutsätter kännedom om förbränningskaraktäristika för brandbelastningen. På grundval av utförliga uppgifter rörande det brännbara materialets mängd, typ och fördelning i olika utrymmen av den brandpåverkade källarvåningen, vilka lämnats av underentreprenören för isoleringsarbetena, Isoleringsaktiebolaget WMB, har för den svårast skadade delen av källarvåningen beräknats en total för branden tillgänglig förbränningsenergi av 671 000 Mcal, exklusive golvet korkisolering, vilken som nämnts ovan, efter branden var till största delen oförbränd. Omräknat till en på konventionellt sätt karakteriserad brandbelastning ger denna förbränningsenergi ett värmevärdemåttigt ekvivalent brandbelastningsvärde av 60 kg trä per m<sup>2</sup> golvyta, dvs ett värde, varemot enligt nu gällande föreskrifter svarar ett normenligt brandförlopp med 1,2 h brandvaraktighet. På grundval av för närvarande tillämpad metodik för brandbelastningskarakterisering är följaktligen den för brandutsatt källarvåning aktuella brandbelastningen att anse som förhållandevis låg, speciellt mot bakgrunden av att källarvåningens bärverk getts en konstruktiv utformning svarande mot brandteknisk klass A-4.

Nu gällande brandbelastningskarakterisering är emellertid förbränningstekniskt oriktig och i den nya upplaga av Byggnadsstyrelsens anvisningar till byggnadsstadgan, som för närvarande är under utarbetande, kommer att övergå till en förbränningstekniskt riktigare definition av en brandcells brandbelastning som "den sammanlagda värmemängd  $q$  (Mcal/m<sup>2</sup>) som, refererad till ytenhet av brandcellens totala omslutningsyta  $A_t$  (m<sup>2</sup>), frigörs vid en fullständig förbränning av allt brännbart material i brandcellen" [1]. Med denna definition får den brandutsatta källarvåningens brandbelastning värdet 110 Mcal per m<sup>2</sup> total omslutningsyta.

En teoretisk beräkning av brandrummets temperatur-tid-förlopp med utgångspunkt från en brandbelastning av 110 Mcal per m<sup>2</sup> total omslutningsyta ger under antagande av konstant förbränningshastighet de i fig 4 redovisade temperatur-tid-kurvorna, gällande för de tre alternativa brandvaraktigheterna 1,5, 2 och 2,5 h, vilka grovt är representativa för den ur observationer under branden uppskattade, aktuella brandvaraktigheten ca 2 h [2]. Tillhörande för brandvaraktigheten 2 h gällande, teoretiskt beräknade temperaturförlopp genom den

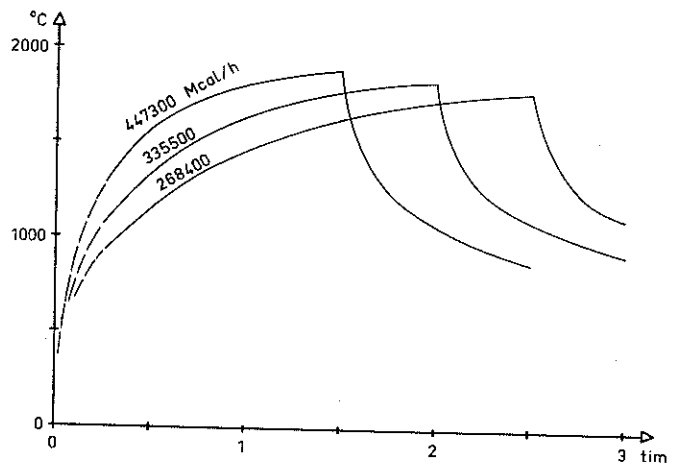


Fig 4. Beräknade temperatur-tidförlopp i brandrummet vid olika antagna brandvaraktighetstider.

brandskadade pelardäcksplattan exemplifieras i fig 5 för tidpunkterna 1, 2 och 4 h efter brandens utbrott.

Beräknade resultat ger för brandrummet mycket höga temperaturvärden, som för brandvaraktigheterna 1,5, 2 och 2,5 h maximalt uppgår till 1 900, 1 840 respektive 1 800 °C, dvs värden, som med inte mindre än 70—90 % överskrider de genom standardbrandkurvan för motsvarande brandvaraktigheter bestämda temperaturvärdena. För brandpåverkan enligt standardbrandkurvan vid en brandvaraktighet av 4 h, för vilken påverkan den brandskadade pelardäcksplattan konstruktivt utformats, uppgår brandrummets maximitemperatur ej till högre värde än 1 132 °C. Den primära anledningen till den teoretiskt beräknade brandrumstemperaturens höga värden är den för aktuell brand karakteristiska mycket höga förbränningshastigheten, uppgående till för brandvaraktigheterna 1,5, 2 och 2,5 h respektive 447 300, 335 500 och 268 400 Mcal/h. De höga brandrumstemperaturerna dämpas dock snabbt

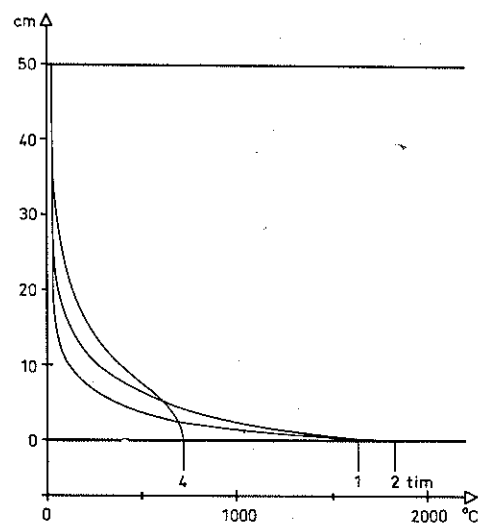


Fig 5. Mot brandtiden 2 timmar svarande beräknad temperaturfördelning i bjällklagsplattan vid tidpunkterna 1, 2 och 4 timmar efter brandens utbrott.



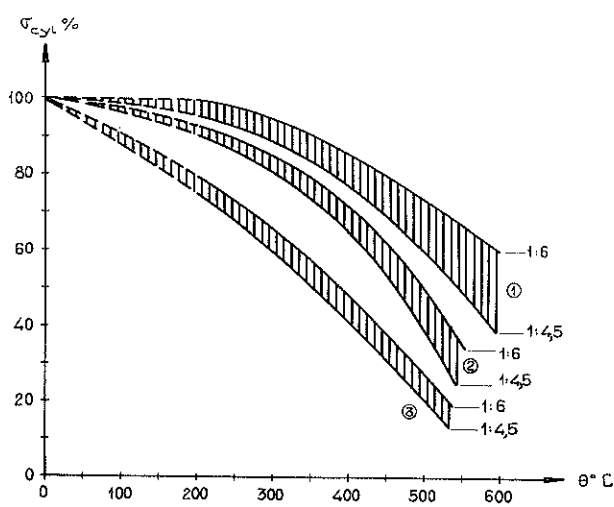


Fig 6 a. På cylindrar med diametern 5 cm och höjden 10 cm bestämd variation av tryckhållfastheten  $\sigma_{cyl}$  med temperaturen  $\theta$  för betong med standard-portlandcement och ballast bestående av flodsand och sten av i huvudsak flinta, och med blandningsförhållanden cement: ballast inom området 1:6—1:4,5. Uppvärmningshastighet för betongen 5—6° C/min. Kurvområde (1) gäller för under uppvärmningen med spänningen  $\sigma = 73 \text{ kp/cm}^2$  tryckbelastade och i varmt tillstånd till brott provade cylindrar, kurvområde (2) för under uppvärmningen obelastade och i varmt tillstånd till brott provade cylindrar samt kurvområde (3) för under uppvärmningen obelastade och efter långsam avsvälning till 20° C till brott provade cylindrar.

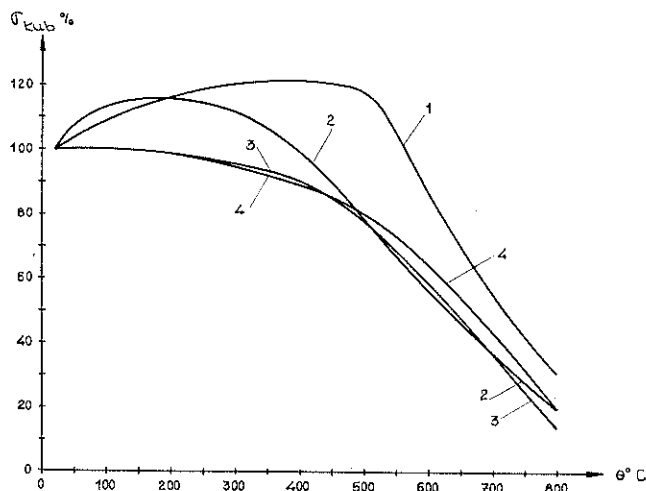


Fig 6 b. På 7 cm kuber bestämd variation med temperaturen  $\theta$  av varmhållfastheten  $\sigma_{kub}$  för under uppvärmningen obelastade provkroppar av betong med standard-portlandcement och med ballast av vit jurakalksten (kurva 1), basalt (kurva 2), Rhensand (kurva 3) och klinkergrus (kurva 4). Provkropparna stabiliserade vid respektive försockstemperatur under 8 h. Enligt sammanställning i [1].

inåt den brandpåverkade pelardäcksplattan och för de olika brandvaraktighetsalternativen överskrider den för plattan beräknade temperaturen nivån 400° C endast inom ett område med ett djup av ca 10 cm från brandutsatt yta.

De teoretiskt beräknade temperaturvärdena bygger på vissa förenklade antaganden och kan genomgående bedömas ligga ej oväsentligt på säkra sidan. Sålunda har vid beräkningen ingen hänsyn tagits till kyleffekten från de relativt stora mängder släckningsvatten, som via trapp- och hisschakt under branden tillfördes brandcellen. Vid beräkningen av pelardäcksplattans temperaturer har det vidare ej

varit möjligt att beakta eventuell isoleringseffekt från under branden eller delar av denna kvarsitande fukt- och värmeisolering. Att verklig brandrumstemperatur inte oväsentligt kan ha understigit de teoretiskt beräknade temperaturvärdena styrks praktiskt av förhållandet att någon smältning av brandutsatt armeringsstål (smälttemperatur 1 535° C) ej har kunnat iaktas.

En väsentlig förutsättning för en kvalificerad bedömning med utgångspunkt från kända brandtemperaturförhållanden av en brandskadad, armerad betongkonstruktions bärförmåga är kunskaper om hur betong- och armeringsmaterialets hållfasthetsegenskaper påverkas av en uppvärmning inom för brand aktuellt temperaturområde. För betong är nuläget kunskapsunderlag på denna punkt högst ofullständigt. Exempel på i litteraturen redovisade resultat ger fig 6 a och b, vad gäller tryckhållfasthetens variation med uppvärmningstemperaturen. Fig 6 a illustrerar därvid för betong av standard-portlandcement och ballast, bestående av flodsand och sten av huvudsakligen flinta, inverkan av varierande blandningsförhållande cement: ballast på tryckhållfastheten för dels under uppvärmningen med spänningen  $\sigma = 73 \text{ kp/cm}^2$  tryckbelastade och i varmt tillstånd till brott provade cylindrar (kurvområde 1), dels under uppvärmningen obelastade och i varmt tillstånd till brott provade cylindrar (kurvområde 2) samt dels under uppvärmningen obelastade och efter långsam avsvälning till 20° C till brott provade cylindrar (resthållfastheten, kurvområde 3) [3]. Inverkan av variationer i typ av ballastmaterial belyses genom fig 6 b, i vilken redovisas den på 7 cm kuber bestämda varmhållfastheten för under uppvärmningen obelastade provkroppar av betong med standard-portlandcement och med ballast av vit jura-kalksten (kurva 1), basalt (kurva 2), Rhensand (kurva 3) och klinkergrus (kurva 4). Inverkan av ballasttyp är, som framgår av figuren, utomordentligt dominerande och därvid framför allt för temperaturer upp till området 530—575° C, inom vilket ett sönderfall av  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  och en kvartsomvandling inträder.

Belysande för varmhållfasthetens och resthållfasthetens beroende av genom en brand orsakad uppvärmning av mjukt konstruktionsstål av den typ, som karakteriserar den brandskadade pelardäcksplattans armering, är de med 1 betecknade kurvorna i fig 7. Av figuren framgår bl a, att för ett mjukt konstruktionsstål varmhållfasthetens 0,2-gräns nedgått till halva sitt ursprungsvärde vid temperaturen ungefär 550° C samt att inom temperaturområdet 0—600° C ej någon märkbar reduktion i resthållfasthet inträffar [4].

#### Resthållfasthet för betong och armering

För bedömning av eventuell skadegrad för efter branden kvarvarande del av pelardäcksplattan ut-

togs ur denna en serie borrkärnor (fig 8), ur vilka provkroppar utsågades för hållfasthetsprovning vid Stockholms hamnförvaltnings materiallaboratorium. Borrkärnorna utvaldes till plats så att samtliga fem skadetyper — jfr fig 2 och 3 — blev företrädda.

En genom brand orsakad upphettning av betong kan dels medföra strukturomvandlingar och dels ge upphov till inre sprickbildning genom skiljaktigheter i delmaterialens längdutvidgningssegenskaper och genom en till följd av materialets stora värmetröghet starkt ojämn temperaturfördelning inom brandpåverkad konstruktion. Av betongens hållfasthetssegenskaper påverkas därvid draghållfastheten i väsentligt högre grad än tryckhållfastheten av sådan inre sprickbildning. Ett studium av draghållfastheten kan därför förväntas ge ett klarare utslag än av tryckhållfastheten för en av brand orsakad eventuell skada på ett betongmaterial.

Av denna anledning utsågades för en kartläggning av eventuell skadegrads fördelning över pelardäcksplattan ur de nämnda borrkärnorna 3 cm tjocka cylindriska skivor, för vilka draghållfastheten bestämdes enligt det brasilianska spräckprovet. Ur varje borrkärna utsågades därvid normalt tre cylindriska skivor med den första skivan belägen så nära brandutsatt plattytta som möjligt, den andra skivan på 5—10 cm djup från brandutsatt yta och den tredje skivan så långt upp i plattan, att dess hållfasthetssegenskaper med säkerhet kunde bedömas som opåverkade av uppvärmningen från branden. För de svårast skadade partierna av pelardäcksplattan — de mot skadetyperna 4 och 5 svarande — gav de på detta sätt hållfasthetsprovade cylindriska betongskivorna för de tre utsågningsnivåerna draghållfasthetsmedelvärdena 31, 36, respektive 38 kp/cm<sup>2</sup>. De erhållna hållfasthetsvärdena uppvisar därvid för varje enskild utsågningsnivå en betydande spridning, varför värdena underkastats en signifikantest. Av denna framgår, att skillnaden mellan medelvärdena 31 och 38 kp/cm<sup>2</sup> är signifikant — dock ej enligt normalt statistiskt språkbruk *starkt* signifikant — medan däremot någon signifikant skillnad ej kan utläsas ur försöksresultaten mellan medelvärdena 31 och 36 respektive 36 och 38 kp/cm<sup>2</sup>. Till bedömningen av de olika nivåernas draghållfasthetsvärden bör läggas påpekanet, att en eventuell separation vid pelardäckplattans gjutning ger en hållfasthetsskiktning i samma riktning, som den provningsmässigt funna.

Ur borrkärnorna utsågades också ett mindre antal kuber för bestämning av betongens tryckhållfasthet. Dessa bestämningar gav som medelvärde 405 kp/cm<sup>2</sup> med ett minsta värde av 370 och ett största värde av 420 kp/cm<sup>2</sup>.

En resthållfasthetsbestämning genomfördes också för pelardäckplattans armering, varvid för dragprovning utvaldes sådana armeringsstänger, som genom brandpåverkan erhållit kvarstående deformationer

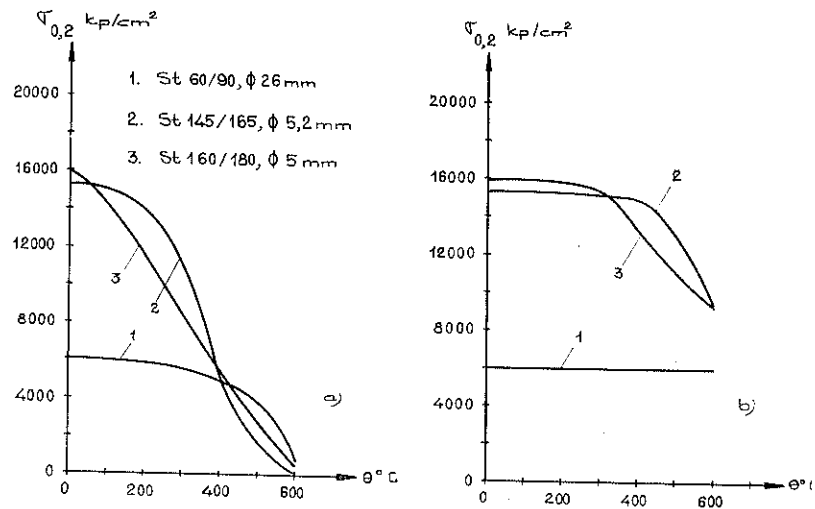


Fig 7 a och b. Genom korttidsbelastning av dragprovstänger bestämd variation med uppvärmningstemperaturen  $\Theta$  av a) varm hållfasthetens 0,2-gräns, b) resthållfasthetens 0,2-gräns för varmvalsat stål St 60/90 (kurvor 1), härdat stål St 145/165 (kurvor 2) och kalldraget stål St 160/180 (kurvor 3).

och som därför under branden måste ha blivit uppvärmda till mycket höga temperaturer. De testade armeringsstängerna visade sig genomgående uppfylla kraven enligt SIS för ifrågavarande material, Ks 40, vilket står i överensstämmelse med ovan belyst förhållande, att varmvalsade kolstål efter uppvärmning och därpå följande avsvälning praktiskt taget helt återfår sina ursprungliga hållfasthets- och deformationsegenskaper.

Av utförda hållfasthetsbestämningar och genomförda teoretiska temperaturberäkningar kan slutsatsen dras, att efter branden kvarvarande betong i pelardäcksplattan ej i nämnvärd utsträckning påverkas hållfasthetsmässigt av branden samt att hållfasthets- och deformationsegenskaperna för plattans armering nära överensstämmer med armeringsmaterialets ursprungliga egenskaper.

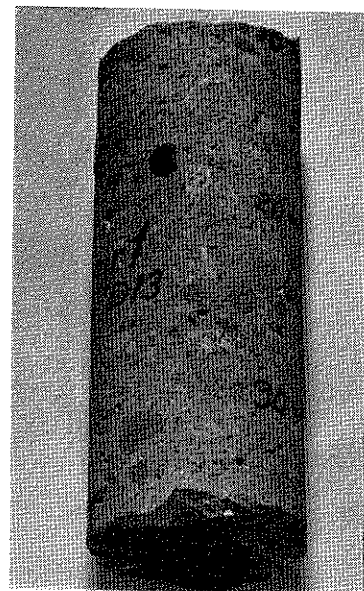


Fig 8. Ur det skadade bjälklaget uttagen borrkärna. Observera armeringsstålet.

### Statistiskt verknings sätt och spänningsberäkning

Eftersom den nyttiga lasten är stor jämförd med egenvikten för betongplattan och då denna last vid brandtillfället ännu inte påförts konstruktionen, torde plattan före branden ha varit i huvudsak osprucken och fungerat elastiskt. Med dessa förutsättningar kan de maximala dragspänningarna i plattan beräknas till i fält  $10 \text{ kp/cm}^2$  och över stöd  $37 \text{ kp/cm}^2$ . Båda värdena understiger avsevärt den böjdraghållfasthet, som kan förväntas med ledning av de i föregående avsnitt redovisade "rena" draghållfasthetsvärdena, dvs omkring  $60 \text{ kp/cm}^2$ . Resultaten stöder det berättigade i antagandet om approximativt elastiskt funktionssätt för plattan före branden.

Vid upphettning påtvingas den högradigt statistiskt obestämda konstruktionen negativa temperaturmoment, varvid överytan eventuellt spricker upp (sådan uppsprickning kunde i viss utsträckning observeras redan under branden). Underytan kommer däremot att genom upphettningen påtvingas ett trycktillstånd, varför efter branden plattan torde kunna betraktas som osprucken för positiva moment. Förenklat uttryckt kan därför antas, att efter branden stadium II råder över stöd medan i fält stadium I kvarstår. Därvid kommer momenten att omfördelas från stöd till fält på grund av den genom uppsprickningen reducerade styvheten över stöd. Denna nya momentfördelning kan uppskattas genom interpolation mellan olika i litteraturen utvärderade upplagsfall.

Av de sålunda omfördelade momenten fås i fält en största spänning i betongen av ca  $30 \text{ kp/cm}^2$ . Över stöd fås på liknande sätt spänningarna

$$\sigma_j = 660 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_b = 36 \text{ kp/cm}^2$$

Dessa spänningar kommer vid det föreslagna arbetsförfarandet att efter plattans återställning kvarstå i konstruktionen. Här till kommer spänningar av nyttig last. För återställt pelardäck kan beräknas spänningar av nyttig last  $3 \text{ Mp/m}^2$  som över stöd uppgår till

$$\sigma_j = 1\,400 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_b = 70 \text{ kp/cm}^2$$

och i fält till

$$\sigma_j = 1\,500 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_b = 56 \text{ kp/cm}^2$$

Härav fås, för återställt pelardäck, sammanlagda spänningar över stöd av dimensionerande last

$$\sigma_j = 660 + 1\,400 = 2\,060 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_b = 36 + 70 = 106 \text{ kp/cm}^2$$

Dessa värden kan jämföras med för föreskriven betongkvalitet K 350 och armering Ks 40 tillåtna värden. Då armeringen här utgörs av stänger med diameter 25 mm, innebär de, vad gäller stålspänningarna, ett obetydligt överskridande.

I fält fås på liknande sätt

$$\sigma_j = 0 + 1\,500 = 1\,500 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_b = 30 + 56 = 86 \text{ kp/cm}^2$$

värden som väl understiger tillåtna värden.

Till ovanstående resonemang kommer att, genom att plattan är tjock i förhållande till fria pelaravståndet, en inte oväsentlig valvverkan torde utbildas. Storleken av denna är svår att uppskatta, men, vad man kan bedöma vara rimliga antaganden, leder till att konstruktionen — åtminstone inom de centrala plattfälten, där valvens horisontalkrafter kan upptas — sannolikt kan bära hela dimensionerande lasten utan armering, dvs genom ren valvverkan. Några kvantitativa slutsatser av detta konstaterande torde inte kunna dras, men man kan med skäl anta, att vid traditionell momentdimensionering av konstruktionen, den nämnda valveffekten torde medföra en väsentlig hållfasthetsreserv.

På grundval av enligt ovan förutsatt statistiskt verknings sätt beräknas för återställt pelardäck en skärspänning, som utanför områden med skjuvarmering uppgår till max  $8,7 \text{ kp/cm}^2$ . För den för pelardäcket föreskrivna betongkvaliteten K 350 uppgår tillåtet skärspänningsvärde till  $8,0 \text{ kp/cm}^2$ . Som tidigare nämnts framgår av protokollen från bestämningen av 28 dygns kubhållfastheten för pelardäckets betong, att betongkvaliteten i verkligheten är bättre än föreskriven kvalitet och uppgår till ca K 400, för vilken tillåts skärspänningen  $8,5 \text{ kp/cm}^2$ . Med hänsyn härtill och till den nämnda hållfasthetsreserven genom valvverkan bedömdes den maximala skärspänningen godtagbar.

### Sammanfattande slutsatser

Det redovisade skadefallet är speciellt intressant ur den aspekten, att det omfattar en ur brandteknisk synpunkt normenligt utformad bärande konstruktion, som genom en brand av väsentligt kortare varaktighet än den, för vilken konstruktionen utformats, orsakats så omfattande skador, att ett sammanstörtande av konstruktionen skulle varit sannolikt, om dimensionerande belastning verkat vid brandtillfället. Att en sådan situation praktiskt kan uppkomma får primärt ses som en följd av det onyanserade brandtekniska dimensioneringsförfarande, som för närvarande konventionellt tillämpas och som bygger på ett för brandrumstemperaturen starkt schematiserat, fastlåst tidsförlopp med koppling till en brandvaraktighet, som likaså starkt schematiserat entydigt bestäms av storleken av brandcellens brandbelastning, karakteriserad på ett förbränningstekniskt oegentligt sätt. Förhållandet understryker vikten av en kraftigt utbyggd, systematiskt planerad forsknings- och utvecklingsverksamhet, som snarast ger oss det kunskapsunderlag, som fordras för en möjligast generell tillämpning av ett mera kvalificerat brandtekniskt dimensioneringsförfarande.

Art och omfattning av aktuell brandskada har analyserats på grundval av teoretiskt beräknade tidsförlopp för brandrumstemperatur och brandpåver-

kade konstruktioners temperaturgradienter. Beräkningen har därvid baserats på föreliggande brandbelastnings nyanterade förbränningskaraktistika. Beräkningen ger för brandrumstemperaturen maximivärden, som mycket kraftigt överstiger de till normalt brandförlopp hörande. För brandskadeanalysen har vidare genomförts en förhållandevis omfattande kartläggning via draghållfasthetsbestämning för utsågade provkroppar av resthållfasthetens variation över brandskadad betongkonstruktion. Analysen har slutligen omfattat en teoretisk beräkning av dimensionerande spänningar för brandpåverkat härverk i dels brandskadat tillstånd och dels genom förstärkning återställt ursprungstillstånd.

På grundval av den genomförda skadeanalysen har för brandskadad konstruktionens återställande

valts ett förfarande, som i detalj beskrivs i följande uppsats.

#### LITTERATUR

- [1] *O Pettersson*: Structural Fire Engineering Research Today and Tomorrow. Acta Polytechnica Scandinavica Ci 33, Stockholm 1965.
- [2] *K Ödeen*: Theoretical Study of Fire Characteristics in Enclosed Spaces. Division of Building Construction, KTH, Bulletin No 10, Stockholm 1963.
- [3] *H L Malhotra*: The Effect of Temperature on the Compressive Strength of Concrete. Magazine of Concrete Research, Vol 8, No 23, August 1956, s 85.
- [4] *J Danneberg - H Deutschmann - P Melchior*: Wärmereissversuche mit Spannstählen und Auswertung von Brandversuchen an vorgespannten und nicht vorgespannten Stahlbetonbauteilen. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 122, Berlin 1957.

## Stomreparation och fortsatta byggnadsarbeten

*Återställande av Magasin 6 i Stockholms Frihamn till ursprungligt skick efter branden den 10 mars gick snabbt. Metodik och arbetsplanering beskrivs av civilingenjörerna SVR Åke Lindblad, Skånska Cementgjuteriet (huvudentreprenör), och Bertil Schmidt, Stabilator AB (underentreprenör).*

I Stockholms Frihamn slutförs nu byggnaden av Magasin 6, som med sitt fria läge ute på den stora Frihamnspiren utgör ett dominerande inslag i hamnbilden. Magasinet byggs av AB Skånska Cementgjuteriet på uppdrag av Stockholms Hamn. Det har planmått 110 x 54 m och ytan 45 000 m<sup>2</sup> fördelat på sex plan över mark och två källarvåningar. Byggnadsvolymen är 200 000 m<sup>3</sup> och produktionskostnaden drygt 40 Mkr. Grundläggningssättet är tidigare redovisat i Väg- och vattenbyggaren nr 12 1964.

Undre källarvåningens golv ligger på nivån -6,00 och källarstommen är utförd som två flytande kassoner med planmått ca 50 x 50 m som sänkts och spänts samman. Grundläggningen är nedförd till berg genom stålplåtar av valsämnen. Pålningen som utfördes av Stabilator AB försvärades av stenblock i fyllnadslagren som hamnpiren består av. En del av magasinets egen vikt bärs av deplacementet. Källarvåningarna hölls därför fyllda tills stommen var uppförd tre plan över mark, varefter de pumpades läns (fig 9).

Magasinet övre källarvåning inreds helt med frysrums för temperaturer ned till -35° C. Den nedre källarvåningen innehåller kylrum för lagring av frukt m m vid nära 0° C.

#### Branden

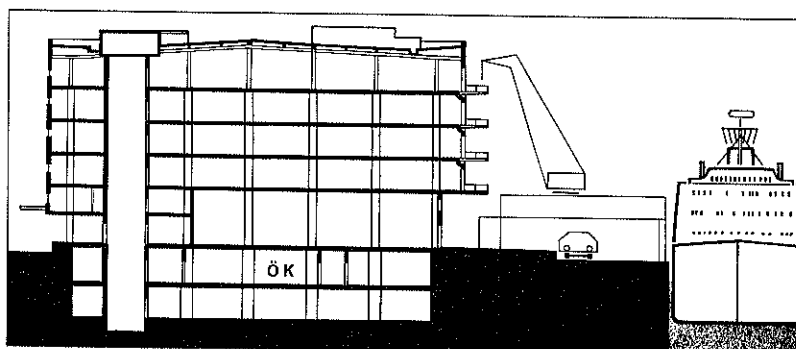
Branden i magasinbygget utbröt på morgonen den 10 mars under pågående isoleringsarbeten vid

frysrummen i den övre källarvåningen. Gasollåga användes vid sammansmältning av asfalt i fuktspärren och denna antändes på ett sätt som ej kunde bemästras. Genom den stora förekomsten av de brännbara isoleringsmaterialen asfalt, papp, wellit och kork blev hela källarvåningen genast övertänd och branden fick ett häftigt förlopp. Tack vare en snabb utrymning uppstod inga personskador.

Förbränningen omfattade ungefär en miljard kcal som brann ur på några timmar och medförde stor rökutveckling genom magasinet.

Golven i frysrumsvåningen dränktes med vatten av brandkåren. Korkisoleringen brann därigenom

Fig 9. Sektion genom Magasin 6. Branden uppstod vid isoleringsarbete i övre källaren.



ej utan skyddade helt bjälklaget under mot temperaturhöjning. Kassunernas ytterväggar bevakades speciellt. Viss avspjälkning skedde men endast över grundvattennivån. Vattentätheten bestod och inga läckage har uppstått av branden.

Stora rörelser och skador uppstod däremot i det 50 cm tjocka bjälklaget, som utgör tak på den övre källarvåningen och golv i magasinets bottenvåning. Vidare skadades pelare och väggar i övre källarvåningen. Hisschakten genom magasinet kom att tjänstgöra som skorstenar där ställningsmaterialet brann och orsakade betongspjälkningar på väggarna.

I magasinets överbyggnad blev betong- och tegel- ytor mycket nedsotade och intill hisschakten även skadade av flammor.

#### Bilning-blästring

Vid tidpunkten för branden var Stabilator redan etablerad med att som underentreprenör uppföra 8 000 m<sup>2</sup> mellanväggar av sprutbetong i frys- och kylrum. Efter branden kunde detta arbete fortgå i undre källaren, samtidigt som ytterligare resurser sattes in för återställande av brandskadade partier.

Parallellt med uppröjning i den svårt eldhärdade källarvåningen igångsattes bortbilning av brandskadad betong och renblästring av nedsotade ytor.

Dessa arbetsmoment, som bedrevs växelvis, igångsattes vid kortsidan av den minst brandskadade östra delen och avancerade mot väster längs källarens hela bredd.

Samtidigt pågick materialprovning och utredningar (se ovanstående artikel).

Blästringen utfördes i form av torrblästring med sand. Takhöjden var 4,8 m och som arbetsplattform vid blästring av valvet användes Hakiställningar på hjul. Den skorstensverkan, som de tio hisschakten gav, var otillräcklig som ventilation för blästringsarbetet, varför ett antal centrifugalfläktar med kapaciteten 15 000 m<sup>3</sup>/tim fick installeras. Noggrann avskärmning gjordes av partier, där andra arbeten pågick.

Speciellt visade sig de ytor svårblästrade, där asfaltisoleringen ej var helt förbränd.

Arbetet bedrevs med maximalt 4 blästeraggregat och i medeltal åtgick 25 kg sand per m<sup>2</sup> yta. Totalt blästrad yta var 8 000 m<sup>2</sup> med en medelkapacitet av 5 m<sup>2</sup> per mantimme.

Bilningen utfördes till sådant djup, att fullgod betong kunde konstateras. I väntan på resultat från provningarna blev detta en subjektiv bedömning.

Mekanisering av bilningen provades men befanns mindre lämplig i detta fall bl a beroende på den rikliga förekomsten av frilagd armering. Bilningen utfördes för hand av två 10-mannalag och med hjälp av Atlas RRC 31 F bilmaskiner. Tyngre ma-

skiner var ej lämpliga på grund av arbetsläget med bilning i tak. Som arbetsplattform användes även här rörliga Hakiställningar. Medelkapaciteten låg på 0,7 m<sup>2</sup> per mantimme.

I början av maj månad var bilning-blästring klar i östra kassunen och i mitten av juni var alla brandrester avlägsnade i hela källarvåningen.

#### Reparation genom betongsprutning

Entreprenören framlade förslaget, att brandskadade valv, pelare och väggar skulle återställas medelst sprutbetongförfarandet. Sedan skadeverkningsarnas omfattning klarlagts och Statens Provninganstalt utfört erforderliga utredningar, tillstyrkte de metoden. Hamnen och Byggnadsnämnden gav klartecken den 13 maj, varvid sprutbetongarbetena omedelbart igångsattes parallellt med bilning-blästring.

#### Sprutbetong

Med sprutbetong menar man betong framställd genom sprutning av betongmassa mot en yta med hjälp av tryckluft.

Betongsprutning kan utföras antingen enligt den sk torrbruksmetoden (fig 10) eller enligt den sk våtbruksmetoden. Torrbruksmetoden ger den kvalitetsmässigt bästa betongen och är helt dominerande vid här aktuellt slag av arbete.

Betongsprutor, avsedda för torrbruksmetoden finns av olika typer. Den vanligaste typen är dubbelkammarsprutan med två tryckkärn placerade över varandra. Den övre kammaren matas med torrbruk (en blandning av cement och ballast). Den sätts därefter under tryck, varvid materialet slussas ner i den undre kammaren, som härvid kan hållas vid konstant tryck. I botten på den undre kammaren finns ett roterande matarhjul, som kontinuerligt proportionerar ut bruket i en luftström genom materialslangen. I materialslangens ytterända sitter ett munstycke, där blandningsvattnet tillförs i form av fina strålar.

Vid sprutningen slungas materialet mot väggen med hög hastighet (80—170 m/sek). När sprutningen igångsätts mot en hård yta studsar de grövre partiklarna tillbaka. Ytan täcks därvid av

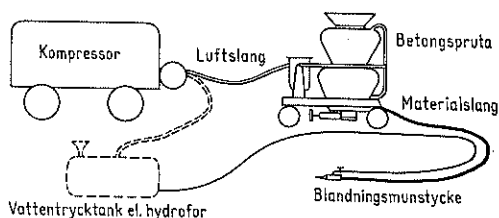


Fig 10. Betongsprutning enligt torrbruksmetoden. Principiell uppställning av en spruta med dubbelkammarsystem. Blandningsvattnet tillsätts först vid munstycket i form av fina strålar med högt tryck.



Fig 11. Pågående betongsprutning. Med hjälp av avdragningsbanor erhålls erforderligt täcksikt för armeringen och god planhet hos underytan.

en tunn cementbrukshinna, som sedan ger fäste åt grövre partiklar efter hand som den ökar i tjocklek. De största betongsprutorna medger i dag stenmax  $\varnothing$  25 mm. Bearbetning och komprimering av betongen blir mycket effektiv och vattenbehovet anmärkningsvärt lågt med hänsyn till cementshalt och ballastmaterialets gradering.

Sprutbetong är lika litet som gjutbetong en enhetlig produkt. Kravet på yrkesskicklighet hos såväl arbetsledning som arbetare måste ställas mycket högt vid detta slag av arbete. Det är munstycksföraren som reglerar vattenmängden med hänsyn till sprutans matning och därmed bestämmer vattencementtalet. Det är han, som genom rätt applicering reducerar spillmängden och undviker "råttbon" på svåråtkomliga ställen. Riktigt utförd sprutbetong kan emellertid uppfylla mycket högt ställda kvalitetskrav.

#### Arbetets utförande

Reparationen utfördes enligt följande beskrivning:

1. Bilning sker in till fullgod betong.
2. All genom branden blottlagd armering renblästras—stålborstas. Där statisk armering ska kompletteras, friläggs befintlig armering i sådan utsträckning, att normenlig skarvlängd erhålls.
3. Sot och andra föroreningar bortblästras.
4. Betongen utsätts för ett par dygns riklig vattenbegjutning. Härigenom sväller den och samverkar sedan med den enligt 6 påförda sprutbetongen i dennas krympning, varvid skjuvspänningar i kontaktytan mellan gjuten betong och sprutad betong nedbringas. Den bilade ytans råhet med talrika

upphöjningar och fördjupningar bidrar även till god spänningsfördelning i kontaktsnittet.

5. Före första sprutbetongpåslaget ska ytan hos den vattnade betongen lufttorka, så att den blir lagom sugande.

6. Sprutbetongen, som utförs enligt betongbestämmelserna, påförs i skikt om 2—4 cm. Blandningsförhållande 1:4,5 (viktsdelar Standardcement: ballast 0—8 mm).

7. Den statiska armeringen kompletteras och insprutas med normenligt täcksikt.

8. Har tjockare sprutbetongkomplettering skett inläggs en sprickfördelande armering av  $\varnothing$  2,5 rut  $50 \times 50$ . Denna fästs med najtråd i underkantsarmeringen.

9. Efter sista sprutpåslag avjämnas ytan så, att fuktspärren kan utföras. (Utgörs totala kompletteringen av endast ett påslag undviks om möjligt ytavjämning.)

10. Eftervattning ska ske i 7 dygn. Den igångsätts så snart de första torra fläckarna syns i betongytan. Betongens krympning orsakas av vattenavgivning. Genom vattenbegjutningen ges betongen tillfälle att uppnå sådan hållfasthet, att den bättre motstår de krympspänningar som inträder vid uttorkning och risken för krympsprickor minskar.

De mest skadade partierna av valvet i västra källardelen nåddes från en fast rörställning, från vilken såväl kompletterande armering som betongsprutning utfördes. Övriga partier nåddes medelst Hakiställningar. Skadedjupet varierade från 0 till 20 cm (efter bilning). I det senare fallet var all underkantsarmering frilagd. Denna armering utgjordes av  $\varnothing$  16 mm kamjärn, varför stor försik-



Fig 12. Övre källaren. Tak och pelare återställda i ursprungligt skick.

tighet fick iakttas vid insprutningen, som vid de maximala djupen fick ske i fyra påslag.

Fig 11 visar arbetsförfarandet. För erhållande av erforderligt täckskikt för armeringen och god planhet hos underytan började arbetet med uppsprutning av avdragningsbanor. Sista påslaget sprutades med ballast 0—5 mm, varefter ytan borstades.

Även väggar, pelare och hisschakt reparerades på här angivet sätt (fig 12).

Arrangemangen vid betongsprutningen framgår av plan på fig 13. Blandarstationen innehöll materialupplag, betongblandare och betongsprutor. För torrbruksframställningen användes en 350 l frifallsblandare. Torrbruket transporterades upp i en ficka, vilken matade tre betongsprutor BSM 602 av dubbel-

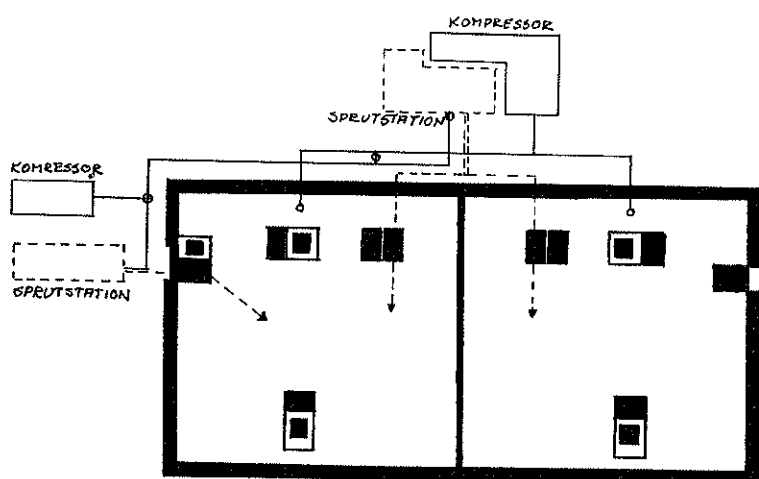


Fig 13. Plan över erforderliga anordningar för sprutbetongreparationen. Kompressorstationernas sammanlagda luftmängd var 82 m<sup>3</sup> per min.

kammartyp. Tryckluftförsörjningen, som även var dimensionerad för samtidig bilning-blästring, framgår också av fig 13. Maximal längd på materialslangen från spruta till munstycke var 90 m och kontakten sprutskötare-munstycksförare upprätthölls med signallampor. Blandningsvattnet, som tillsätts i munstycket, kom från ledningsnätet. För erhållande av erforderligt vattentryck utan variationer användes tryckstegringspumpar.

Som ovan nämnts, varierade tjockleken hos reparationsprutningen från 0—20 cm. Medeltjockleken, utslagen på hela den bilade ytan, 5 400 m<sup>2</sup>, blev 8 cm.

Sprutbetongarbetena, som bedrevs med 14 mans arbetsstyrka, var klara i östra kassunen till midsommar, varvid inredningsarbetena kunde återupptas. I mitten av september hölls slutbesiktning av reparationsarbetet.

### Provning och kontroll

Provning av sprutbetongens kvalitet utfördes enligt Betongbestämmelserna. Prover tillverkades genom sprutning i en formlåda monterad i anslutning till arbetsstället. På Provningsanstalten utsågs erforderligt antal kuber och balkar för tryck- respektive böjdragprovning. Brottpåkänningarna vid tryck låg över 600 kg/cm<sup>2</sup> och för böjdrag över 60 kg/cm<sup>2</sup>.

Arbetet kontrollerades fortlöpande av Hammens kontrollant, som gav klartecken när en yta var färdigrensad och sprutningen fick påbörjas. Vid kontroll av vidhäftningen förmärktes inte bomparter någonstans.

### Tvättning och målning

När branden utbröt var stombyggnaden utförd sånär som på översta planet där trappschakt, pelare och hissmaskinrum var under arbete. Den kraftiga rökutvecklingen avsatte tjocka sotlager på alla upp-tänkliga ytor och skrymslen i magasinet.

Saneringen efter sotskadorna har ägnats mycken omsorg och uppmärksamhet på grund av de stora värden som kommer att magasineras och genom de stränga föreskrifterna för förvaring av livsmedel i kyl- och frysrum.

Rengöringen av byggnaden har utförts med högtrycktvätt enligt en ny metod, utvecklad av AB Euromekan (dotterföretag till Eriksbergs varv). Sotet löses med tvättmedel och sköljningen utförs med varmt vatten.

Tvättaggregatets pump ger 8 minutlitter vid 40 kg tryck och blandningen av tvättmedel och vatten kan regleras. Munstycket är utformat så att vattenstrålen av det höga trycket får mycket god rengöringseffekt. Vattenmängden är förhållandevis ringa och omhändertags av vattensugare som betjänar ett par tvättaggregat vardera.

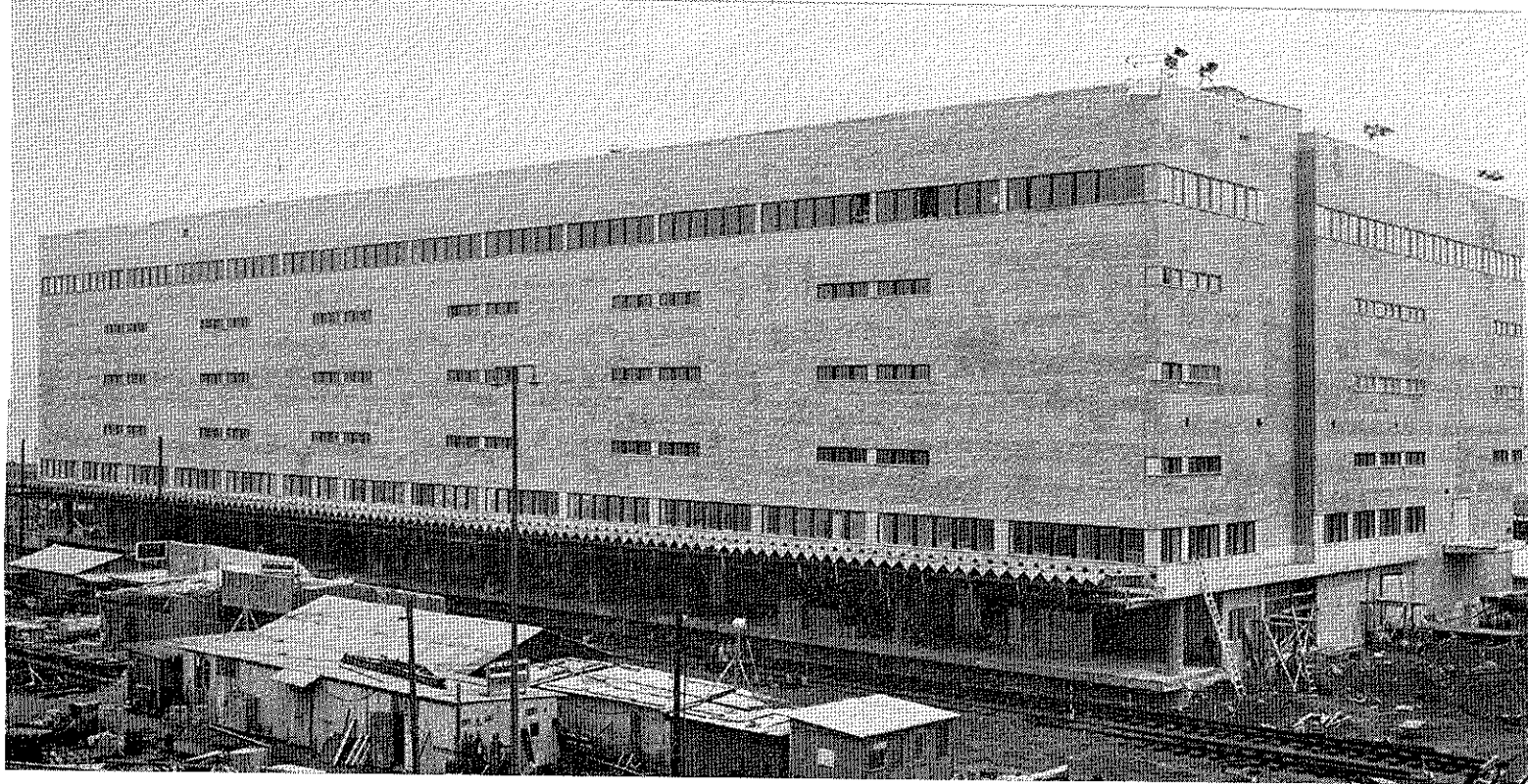


Fig 14. Magasinet rymmer 6 plan över mark och 2 källarvåningar. Kyl- och frysrumsinredningar i de senare utgör tillsammans med grundläggningen en stor andel av arbetsvolymen. Fasaderna är 110 respektive 54 m. Ut- och invändig murning omfattar drygt en miljon tegel. I november pågick bl a spårläggning, montage av skärmtak och andra utvändiga arbeten.

Tvättningen av omkring 75 000 m<sup>2</sup> tegel- och betongytor i magasinet gjordes färdigt i somras av ett arbetslag på 20 man. Arbetena har övervakats av Hälsovårdsnämnden i Stockholm.

Vid branden var målningsarbetena endast påbörjade och nybyggnadsmålningen har fått utföras efter nya förutsättningar. Anpassning av tvättutförande och målningsbehandlings har utretts och följts upp av Statens Hantverksinstitut.

#### Golvläggning

Temperaturrelserna i bjälklaget orsakade mycket sprickor och bomskador i bottenvåningens golv. Golvet har en yta av Duromit hårdbetong och omläggning av hela våningens 5 000 m<sup>2</sup> gjordes sedan allt material utrymtes och golvet bilats loss och lastats ut. Sprickor i bjälklaget av varierande djup injekterades före den nya golvläggningen med epoxiplast.

#### Byggnadsarbeten

Magasinet fasader är murade i gult fasadtegel och sammanlagt omfattar ut- och invändig murning över en miljon tegel. Murningen är ett lärlingsarbete för Stockholms Stads yrkesskola och har sysselsatt ett trettiotal lärlingar.

Godset ska lastas in i magasinet från sjösidan via nedfällbara lastplattformar — kraftiga nog att bära gaffeltruckar — varav det finns 16 placerade i de olika planen. Systemet kommer från Holland och är nytt i Sverige. Man spar värdefullt ut-

rymme genom att slippa trappa av sjöfasaden plan för plan med långa balkonger. Lastplattformarna väger 12 ton och är balanserade med motvikt så noga att ut- och infällning ska ske för hand.

För vertikaltransporterna inomhus installeras tio 6 tons varuhissar. De har 5 m korglängd och går med hastigheten 1 m/sek. Därtill finns 5 personhissar.

Sammanlagd arbetsstyrka på magasinsbygget har under sommaren och hösten varit ca 260 man.

#### Tider

Branden följde direkt på den stränga vintern som redan fördröjt och försvårat byggnadsarbetena. För den totalförstörda övre källarvåningen tillkom de ovan beskrivna sprutbetongarbetena innan inredningen åter kunde påbörjas. Brandskadorna (byggnadsarbeten och installationer) belöper sig till 7 Mkr.

För övre källarvåningen arbetades en nätverksplan fram i maj månad sedan metod för arbetet beslutats på grundval av provningar och undersökningar. Inredningsarbetena har drivits enligt denna plan på avsevärt kortare tider än vid det ursprungliga utförandet.

Delar av magasinet ska tas i bruk i december sedan spårläggning och utvändiga arbeten avslutats. Hela byggnaden avses vara färdig i mars 1967. Då har bygget trots motigheterna uppförts inom två års byggtid efter tillträdet av kassuner och grundläggning.



