

**Rapport**

**R29:1970**

**Stormskador på  
byggnader**

**Åke Holmberg**

**Byggforskningen**

# Stormskador på byggnader Sammanställning av några utredningsrapporter och föredrag

Åke Holmberg

Kraftiga stormar ha berört södra Sverige under åren 1967 och 1969 och vållat omfattande och uppmärksam skadegörelse på bebyggelse. Frågorna ha varit många: Är risken för stormar underskattad i de svenska byggnadsbestämmelserna? Äro byggnadskonstruktionerna olämpliga med hänsyn till stormbelastningar? Äro konstruktionerna slarvigt utförda på arbetsplatsen?

Statens råd för byggnadsforskning har tagit initiativ till inventeringar och analyser av inträffade stormskador för

att finna frågornas svar. Skador på byggnader ha studerats speciellt i Stockholms- och Göteborgsområdena och i Skåne.

I Byggnadsforskningens rapport R29:1970 presenteras resultaten från stormskadeinventeringarna under 1967 och 1969 i södra Sverige med tyngdpunkt på Skåneområdet. Läget av studieobjekten år 1967 framgår av FIG. 1. Olika skadefall redovisas i rapporten i utförliga översikts- och detaljplaner. De äro valda med syftet att exemplifiera olika, vanliga skade-

## Byggnadsforskningen Sammanfattningar

### R29:1970

*Inventering och analys av de stormskador, som under åren 1967 och 1969 drabbade Skåne.*

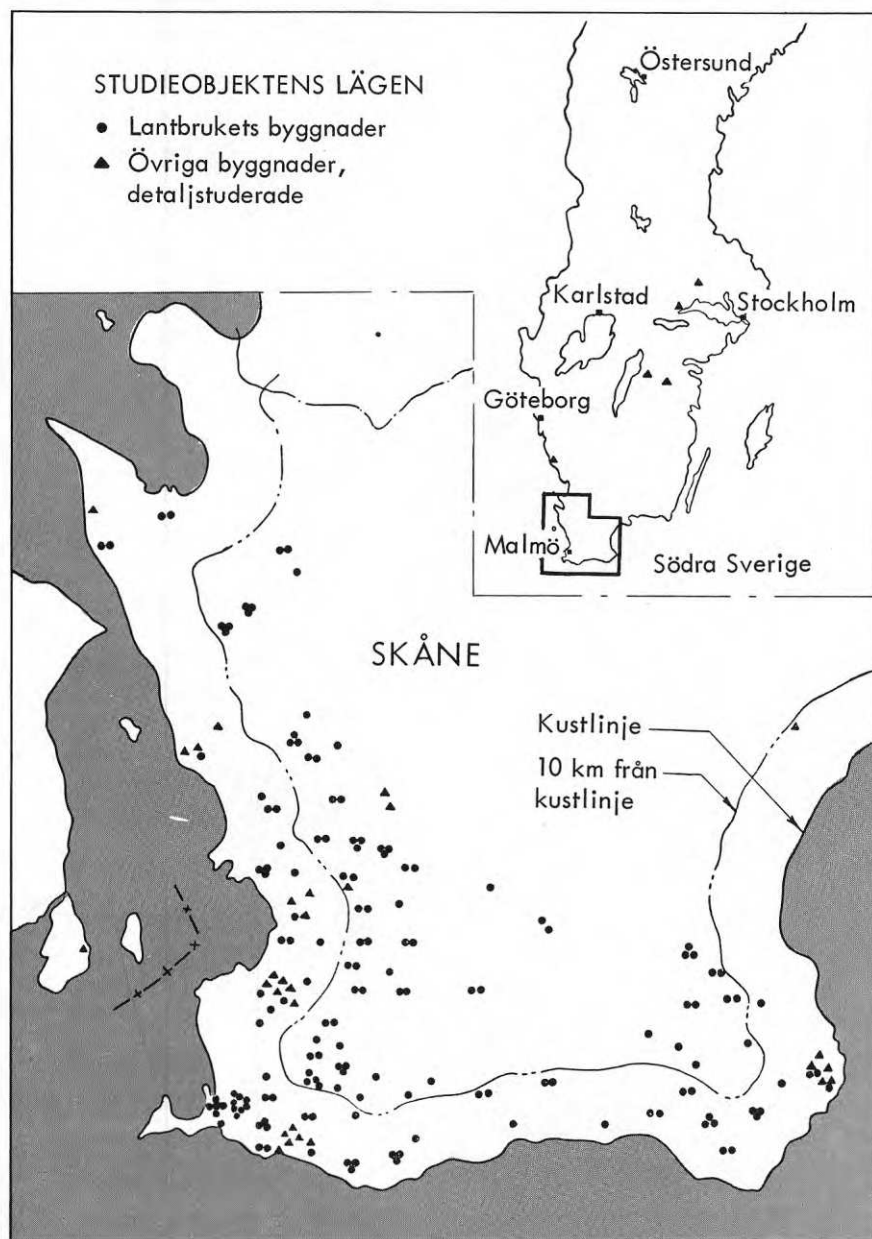


FIG. 1. Läget av studieobjekten efter 1967 års storm.

UDK 69.059.2  
624.042.4  
69.024.1:551.556

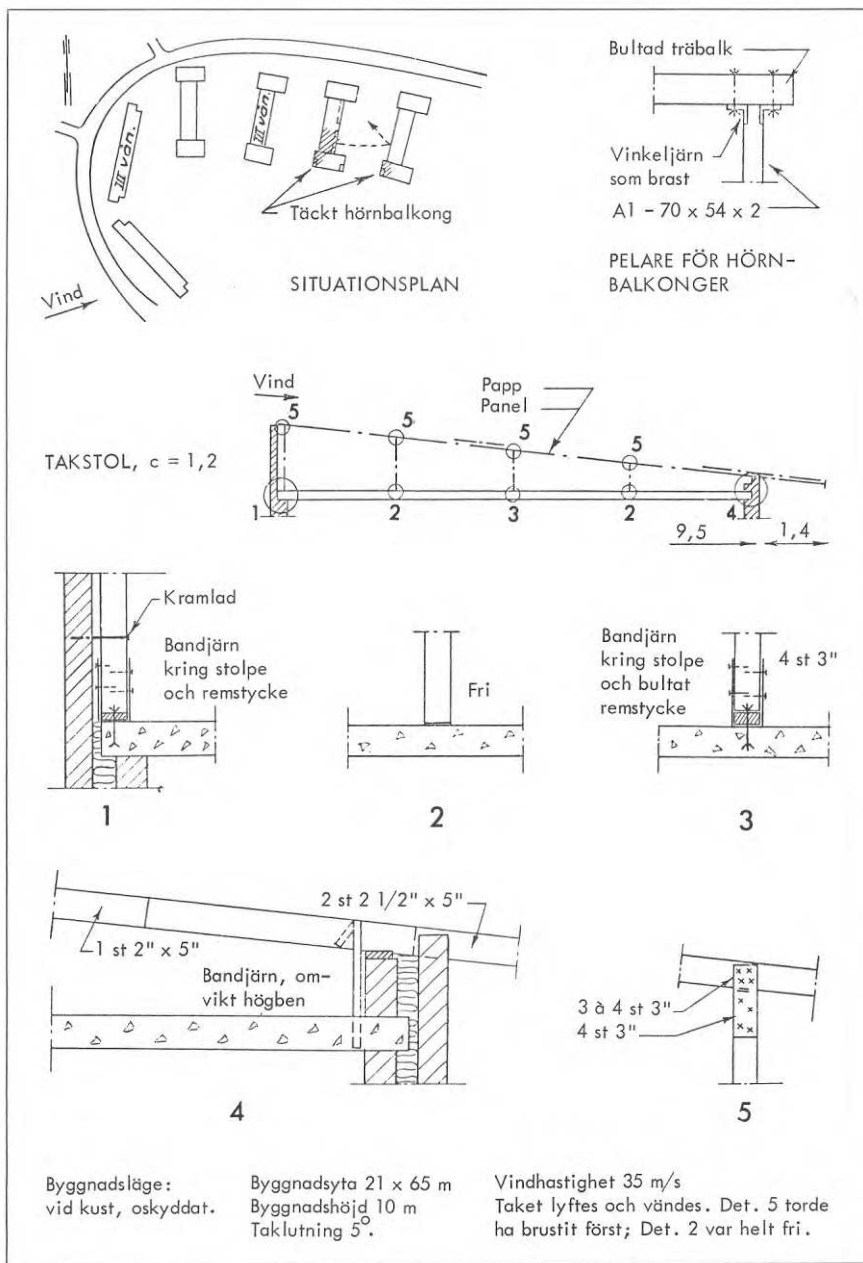
Sammanfattning av:

*Holmberg, Å, 1970, Stormskador på byggnader. Sammanställning av några utredningsrapporter och föredrag (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R29:1970. 56 s., ill. 14 kr.*

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm. 08-24 28 60.

Abonnemangsgrupp: (k) konstruktion.

FIG. 2. Uppstolpad trätakstol. Högbensförankring brast vid nock. — Ett exempel ur rapporten.



typer. Ett exempel visas i FIG. 2. Skadetyperna diskuteras med påpekande av konstruktiva brister.

För lantmannabyggnader dominerar som primärt skadeställe någon detalj i en träkonstruktion till följd av otillräckliga förbindningar, olämpliga inbyggningar, husbocksangrepp eller helt enkelt underdimensionering. Observationerna ge stöd för påståendet att tränormen arbetar med olämpligt låga säkerhetsfaktorer.

För andra byggnader utgöra olika takskador en frekvent skadetyper. Skälet till att papp lossnar från träpanel kan vara att invändigt tryck när papp genom den otäta panelen. Papp kan också rullas av beroende på att fotplåten lossnar.

Isolering på plåttak kan fläkas beroende på otillräcklig hållfasthet i materialet eller på att klistringen ej blivit riktigt utförd.

Förankringen av korrugerad plåt kan vara bristfällig, vilket har framgått av att fästdonet har lossnat, fästdonet har brustit eller att plåten har

brustit kring fästdonet. Förklaringen till sådana skador måste i vissa fall grundas på utmatning.

Hela takkonstruktioner ha blåst ner, i många fall som en trivial följd av feldimensionering. Tolkningen av andra fall kan peka på att utmatningen har betydelse. Sanningen är nog den, att antalet vindstötter under ett par stormar vid eller nära den dimensionerande utmattar många av i dag använda takstolsförankringar. En möjlighet till förbättring är att söka förspänna förankringarna.

Omfattande skador ha konstaterats i fall då en byggnad av en partiell skada gjorts "öppen eller väsentligt otät på en sida". Verkligheten har alltså givit stöd åt normkommentaren med innebörden att om en byggnad har öppningsbara förslutningar — dörrar, fönster, luckor, portar etc. — som av avsikt eller våda kunna öppnas vid tidpunkten för dimensionerande vindlast, en godtycklig av dem skall antas vara öppen och byggnaden

belastad med invändigt tryck eller sugning.

Skadefrekvensen ger inte belägg för att normens gräns vid 10 km som åtskiljer kust och inland från vindbelastningssynpunkt skulle vara riktig, i varje fall inte för Skåneområdet.

Det är känt att vinden i de lägsta luftlagren ovan mark inte har en jämn hastighet, då det stormar, utan är pulserande. Vindbelastningen på byggnader i storm är därför fluktuerande. Energiinnehållet i en enskild vindstöt är dåligt känt, vilket medför att den totala verkan av en storm är svår att förutse. Detta måste uppfattas som en maning till särskild omtanke och försiktighet.

Ett eventuellt fortsatt arbete bör inriktas på att finna formkoefficienter för flera taktyper än de i SBN 67 behandlade och på att studera hållfastheten hos gängse konstruktioner endera under pulserande last eller med kompletterande förspänning till underlag för en rekommendation.

# Storm damage to buildings

## Extracts from reports and lectures

Åke Holmberg

Violent storms swept over southern Sweden in 1967 and 1969 causing considerable and much publicized damage to buildings. Many questions have been voiced subsequent to this; for instance, whether the risk of storms is underestimated in the Swedish building regulations, whether building structures are unsuited to the loads exerted by storms, or whether the structures are the subjects of careless workmanship?

The National Swedish Council for Building Research took the initiative of commissioning inventories and analyses

of damage caused by the storms in order to try to find the answers to these questions. Damage to buildings has been studied in particular in the Stockholm and Gothenburg regions and in Skåne.

Report R29:1970 from the Institute for Building Research presents the results of the inventories of storm damage made in 1967 and 1969 with special reference to Skåne (see FIG. 1 for the positions of the buildings studied). Different cases of damage are dealt with in the report in full comprehensive and detailed plans and have been chosen to

# National Swedish Building Research Summaries

## R29:1970

*Inventories and analysis of damage caused by the storms in 1967 and 1969 in Skåne, Sweden.*

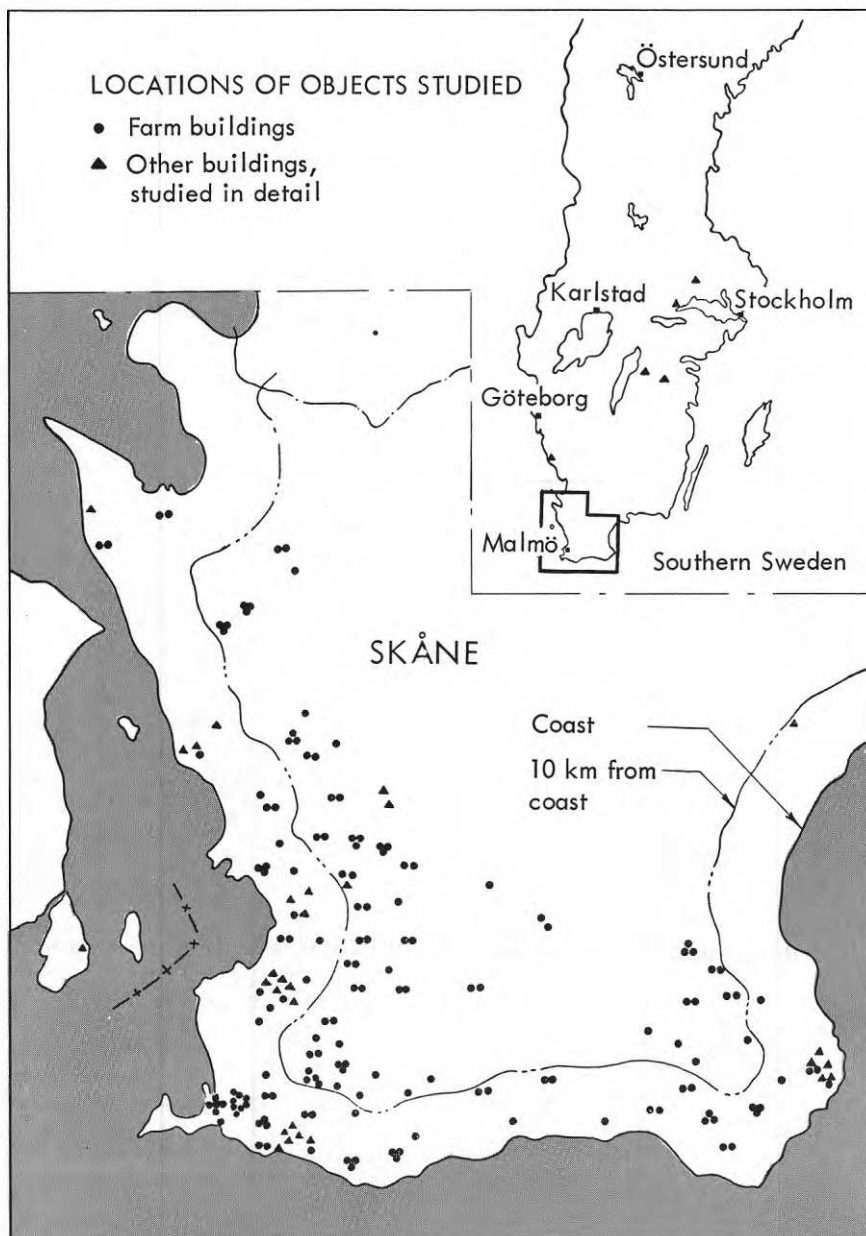


FIG. 1. Geographic positions of buildings studied after the storm in 1967.

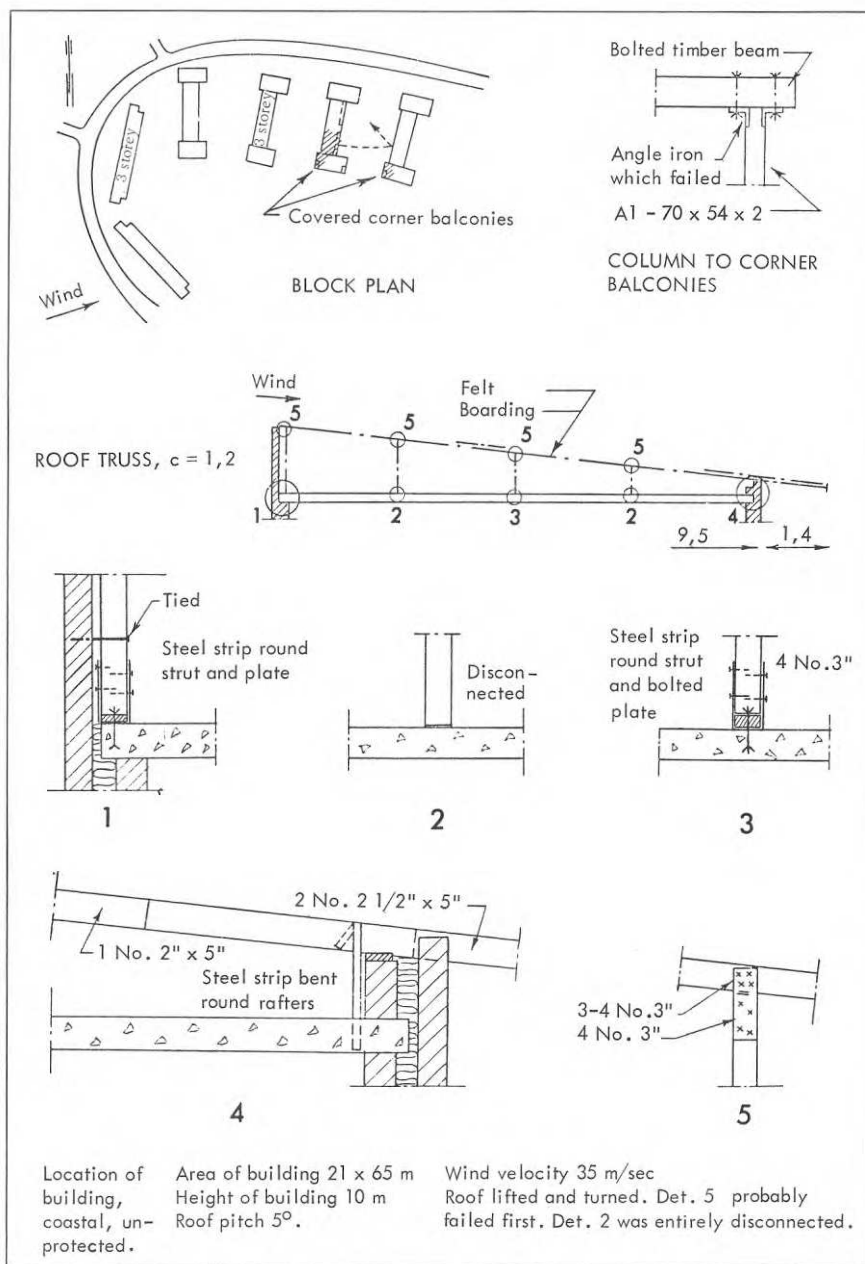
UDC 69.059.2  
624.042.4  
69.024.1 : 551.556

Summary of :

*Holmberg, Å, 1970, Stormskador på byggnader. Sammanställning av några utredningsrapporter och föredrag / Storm damage to buildings. Extracts from reports and lectures/ (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R29 : 1970. 56 p., ill. 14 Sw. kr.*

Distribution : Svensk Byggtjänst, Box 1403, S-111 84 Stockholm, Sweden.





illustrate various common types of damage. FIG. 2 shows one example. The damage is analysed from the standpoint of structural faults.

The main point of damage in farm buildings was as a rule part of a timber construction and was due to inadequate connections, incorrect cutting out, attacks of wood worm or, quite simply, underdimensioning. The observations support the statement that the timber standard specifies too narrow a safety margin.

With other buildings it is frequently roofs that are damaged. The reason why felt becomes loosened from boarding may be that internal pressure reaches the felt through cracks in the boarding. The felt may also become detached due to loosening of the metal strip along the lower edge of the roof.

The insulation on metal roofs can split due to insufficient strength in the material or because it has been incorrectly glued.

The anchorage of corrugated metal sheeting may also be faulty; this has become clear from the fact that fixing details have come loose or broken off

or that the metal itself has been seen to fail around the fixing. The explanation of such damage must in certain cases be based on the theory of metal fatigue.

Entire roof constructions have been blown off, in many cases as a result of underdimensioning. The explanation in other cases may indicate that fatigue has played some part. The true explanation is probably that the number of gusts of wind reaching the anchorage of roof trusses during one or two storms cause fatigue in many of the types of truss anchorage in use today. One possible improvement would be to try to pre-stress the anchorages.

Extensive further damage has occurred in buildings where an initial damage has left them partially open. This lends support to the comment on this standard that if a building has opening doors, windows, hatches etc. which can be opened either intentionally or otherwise at the time of dimensioning wind load, one of them must be assumed to be open and the building thus subjected to internal pressure or suction.

The frequency with which damage has occurred would seem to indicate that the specified limit of a 10 km strip separating the coast from inland areas is not sufficient from the point of view of wind loads, at least not in Skåne.

It is an established fact that wind in the atmospheric strata nearest the ground does not maintain a steady velocity in storms; the wind load exerted on buildings during a storm fluctuates. Little is known about the energy content of an isolated gust of wind, thus making the total effect of a storm difficult to predict. This should be taken as a warning and a request for special care and caution.

Future work on this subject should be concentrated on finding pressure coefficients for a larger number of roof types than is dealt with in SBN 67 (Swedish Building Regulation) and on studying the strength of current constructions either under fluctuating load or with extra prestressing. Findings could then be used as a basis for drawing up a recommendation.

Rapport R29:1970

STORMSKADOR PÅ BYGGNADER

Sammanställning av några utredningsrapporter och föredrag

STORM DAMAGE TO BUILDINGS

Extracts from reports and lectures

av tekn.dr Åke Holmberg, Lund

Rotobeckman 1970 10 8529 0

INNEHÅLL

UR FÖREDRAG . . . . .	4
KOMPLETTERANDE MATERIAL . . . . .	8
FIGURFÖRTECKNING . . . . .	9
FIGURER . . . . .	12



"En storm är en storm, 10 Beaufort (24,5-28,4 m/s), 'sällsynt i inlandet, träd ryckas upp med roten, betydande skador på hus.' Citatet enligt Svensk uppslagsbok leder till ett av dessa förträffliga cirkelbevis, som befriar från besvärande tanke. Storm ger betydande skador på hus - betydande skador på hus följa av storm. Stormskador tillhöra med andra ord naturens ordning. Med materialindustrins och byggnadsindustrins glatt givna tillstyrkande leva uppenbarligen försäkringsbolagen i denna föreställning. Miljonerna fladdra iväg med taken.

Svensk Byggnorm ger i dag ett något mera precist besked, om än som beskrivning fortfarande bristfälligt.

Storm är så och så många m/s beroende av 'höjden över omgivande terräng eller vattenyta' och av avståndet till kusten. För att börja i änden visar Fig. 1 enligt Ingvar Jansson (Väg- och vattenbyggaren 1968) att normens förutsägning om lindring 10 km från kusten inte är helt underbyggd. Och för att fortsätta i begynnelsen må en figur (Fig. 2) avseende stormen i Sheffield den 16.2.1962 (en av de mera välbeskrivna) visa, att en storm långt ifrån att karakteriseras av någon speciell vindhastighet som betecknande har en utpräglad pulserande vind. Åtminstone vid marcken. Brittisk vindlastnorm ger uttryck åt detta enligt Fig. 3."

(Ur föredrag den 24.2.1970 i Malmö,)

"Vindens dimensionerande hastighetstryck antas i vanliga fall, i Sverige i inlandet liksom i Danmark, vara

$$q_{50} = 9(2 + 10 \log h)^2$$

med  $h$  = höjden i m över omgivande terräng och inträffa eller överskridas i genomsnitt en gång per 50 år. Motsvarande under en kortare period  $t$  år, antas vara

$$q_t = q_{50} (1 + 0,14 \log \frac{t}{50})^2$$

Om detta hastighetstryck är den kommentaren behövlig, dels att det är starkt beroende av förekommande lä, eller allmänare uttryckt av oregelbundenheter i kringliggande terräng, dels att sådant lä endast i undantagsfall är pålitligt bestående under 50 år. Normskrivaren har därför avstått från att uppmuntra till utnyttjande."

(Ur föredrag den 3.6.1969 i Östersund.)

"Svensk Byggnorm ger för några ytterst elementära byggnadsformer formfaktorer till ledning för dem, som inte enligt huvudtexten göra egna observationer. Med deras hjälp bestämmas nödtorftigt lastmaxima i olika punkter - inte med nödvändighet samtidigt verkande och därjämte starkt beroende av anblåsningsriktning, varigenom tolkning och sammanställning av erfarenheter starkt försvåras. Om stormens eller den enskilda vindstötens (pulsens) potential ger den inte något besked.

Om stormen som last veta vi således nära nog ingenting. Detta uppfattas av konstruktörer, inspektörer, leverantörer och entreprenörer som ett gott skäl för särskild oförsiktighet. Den om-

ständigheten att takstolar ofta byggas av trä med en i vissa stycken lättsinnig norm och att hus ofta omges av bristfälligt provade och prövade material har visat sig understryka driften att vara oförsiktig.

Stormskador ha också blivit helt dominerande bland inträffande byggnadsskador. De orsaka inom och utom försäkringars ram oerhörda kostnader."

(Ur föredrag den 24.2.1970 i Malmö.)

Undersökning i ett antal fall av sådana skador ha blivit gjorda med syfte dels att finna en grund för bedömning av vindlastnormens tillförlitlighet, dels att finna sådana konstruktioner och material, som särskilt drabbas av stormskador och därför kunna bedömas vara olämpliga. För kostnaderna har svarat Statens råd för byggnadsforskning.

"Flera stormar ha lämnat kunskapsbidrag. Främst bland dem är den, som passerade Själland och Skåne aftenen och natten till den 18 oktober 1967 med en registrerad medelvindhastighet under 10 min av maximalt (i Ystad) ca 34 m/s, uppskattningsvis motsvarande momentanvärdet 42 m/s och hastighetstrycket 110 kp/m<sup>2</sup>. I relativt stora områden sammanföll maximalt hastighetstryck med normvärdet.

Ingvar Jansson vid Statens Lantbruksbyggnadsförsök har i Väg- och vattenbyggaren 1968:4 redovisat en undersökning av 128 st lantbruksbyggnader som skadades vid detta tillfälle. Av dessa voro 48 st åtkomliga för någon form av analys och denna motsade endast i ett avseende vindlastnormens förutsägelse om maximal last. Avståndet 10 km från kusten utgjorde inte någon skiljelinje beträffande skadefrekvens (se Fig. 1). I den aktuella typen av terräng, i södra och västra Skåne, vore antagligen 20 km mera träffande.

Även om denna undersökning med sin relativt stora omfattning inte ger någon större mängd av detaljinformation, vilket är mycket svårt och oftast omöjligt, belyser den just genom sin storlek några intressanta förhållanden.

Helt dominerande som primärt skadeställe är någon detalj i en träkonstruktion med hela serien av förutsebara fall: otillräckliga förbindningar, olämpliga inhuggningar, husbocksangrepp och helt enkelt underdimensionering. Förhållandet ger stöd för det gamla påståendet att tränormen arbetar med olämpligt låga säkerhetsfaktorer.

Därnäst kommer någon partiell skada, som har gjort byggnaden "öppen eller väsentligt otät på en sida". Därav ges stöd åt en normkommentar av innebörd att om en byggnad har öppningsbara förslutningar - dörrar, fönster, luckor, portar etc. - som av av-sikt eller våda kunna öppnas vid tidpunkten för dimensionerande vindlast, en godtycklig av dem skall antas vara öppen och vederbörande rum belastat enligt formfaktorn  $\pm 0,7$ . Med detta extrema fall tänker man sig en låg säkerhetsfaktor kombinerad, 1,15 å 1,25 beroende på konstruktionsdelens betydelse. Säkerhetsfaktorn definieras därvid som

brottlast+minimal last förenlig med dimensionerande vindlast  
dimensionerande vindlast

Några fall noteras slutligen där synden att lägga papp under murar har straffats med att murar och hela hus ha stjälpit.

Också andra hus än lantbruksbyggnader ha skadats och så långt rimligen möjligt ha dessa skador blivit analyserade. Byggnadsnämnder och fastighetsförvaltningar ha hjälpt till med material.

Bland takskador dominera avblåsta papptak. Till icke ringa del sammanhänger detta med att ByggAMA t.o.m. upplagan 1960 ordinerade fotplåtar, lösa i underkanten.

Papp på trätak blåser uppenbarligen lättare av än papp på lättbetongtak vilket förmodas till någon del bero på att trätaket, sedan det har torkat, ger möjlighet för invändigt tryck mot pappen. Det skulle inte förvåna om någonting liknande blir följden av att lättbetongtaken i fortsättningen bli gjorda utan bruksfogar.

En typ av vindskador på tak, som av naturliga skäl har tilltagit med åren är nedblåsta skorstenar med TV-antennor som påsatta vindfång."

(Ur föredrag den 3.6.1969 i Östersund.)

En annan typ är fläkta isoleringar på plåttak. Fläkningen må inträffa över eller under själva isoleringen, då den är hänförlig till bristfälligt utförande, eller också i själva isolermaterialet. Det senare förekommer, företrädesvis vid tyngre mineralull, och styrks av att hållfastheten vid företagna prov har visats ha sitt undre spridningsområde sammanfallande med normerade vindlaster. Mekanisk åverkan av t.ex. gångtrafik eller av händelser under byggnadstiden sänker hållfastheten.

"Nerblåsta tak eller takstolar av allehanda slag utgöra som regel en trivial följd av feldimensionering. BABS 1950 vilseledde svårt. Dock visar inventeringen exempel, som äro svårtolkade om inte någon form av utmattning får tillgripas som förklaring. Sanningen är nog den, att antalet vindstötter under ett par stor- mar vid eller nära den dimensionerande utmattar många av i dag använda takstolsförankringar. Förspänning skulle förhindra detta och ett råd utan fullständig underbyggnad är att tillämpa sådan antingen genom skruvar eller genom spända och låsta stålband av den typ, som brukas till förpackningar.

Frågan om utmattning kan bli aktuell för en annan typ av takkonstruktion, förankring av korrugerad plåt. Tre typer av brott förekomma: fästdonet (spiken, niten etc.) lossnar, fästdonet brister eller plåten brister kring fästdonet. Uppskattningsvis dominerar den senare. Flera exempel finnas och tolkningen kräver i vissa fall utmattning. Konstruktionen är ofrånkomlig, men om andra hållfasthetsvärden än sådana från statisk last inte föreligga och om förspänning inte kan göras pålitligt, föreslås säkerhetsfaktorn 1,5 vid extrem vindlast.

En sista typ av vindskada skall nämnas: bristning av "dörrar, fönster, luckor, portar etc.". Ett intressant skadefall är noterat. Vindlasten var, så gott man vet, normenlig. En jalousiport böjdes så, att den gick ur sina gejder och slungades in i rummet. Byggnaden blev öppen på en sida och plåttaken rullades av med början i det anblåsta hörnet. Porten påstods vara dimensionerad för ca  $80 \text{ kp/m}^2$ . Hastighetstrycket  $85 \text{ kp/m}^2$  ger då för denna formfaktorn  $0,94 = 0,70 + 0,24$ . För takhörnet ändras då formfaktorn från  $3,60 - 0,24 = 3,36$  till  $3,60 + 0,70 = 4,30$  eller med ca 30 %. Nithuvudena, som tidigare hade ansträngt plåten under en lång serie vindstötter, slet sig då genom plåten. Om en mellanvägg av t.ex. 1/2-sten tegel hade funnits i byggnaden, skulle den ha blivit belastad med  $(0,70 + 0,24) 85 = 78 \text{ kp/m}^2$ , varvid den med hänsyn till byggnadens stora höjd antagligen skulle ha vält."

(Ur föredrag den 3.6.1969 i Östersund.)

Några bilder sammanförda i en figurbilaga till rapporten illustrera. De äro valda till att exemplifiera olika, vanliga skadetyper. Något besked om skadefrekvenser ge de inte.

#### SAMMANFATTANDE KOMMENTAR

"Trots den mycket stora svårigheten att få uttömmande besked om last och hållfasthet i de enskilda fallen bestyrker utredningen väsentligen vindlastnormens tillförlitlighet (möjligen borde kustremsans bredd, åtminstone i Skåne, bli fördubblad), samtidigt som den illustrerar brister i konstruktion och utförande bortom gränsen för det rimligen tolerabla.

Vad som nämns i föredraget summeras här sålunda.

Träbyggnadstekniken har ett bristfälligt normunderlag och i vissa fall felbedömda säkerheter. Vanliga infästningsdetaljers hållfasthet under pulserande vindlast är inte känd.

Anmärkningen rörande infästningsdetaljerna gäller beträffande tak också andra typer än trätak, t.ex. plåttak.

Vissa konstruktioner och material ha använts helt oprövade och ha fått en hög skadefrekvens.

Ett eventuellt fortsatt arbete bör inriktas på att finna formkoefficienter för flera taktyper än de i SBN 67 behandlade och på att studera hållfastheten hos gängse konstruktioner endera under pulserande last eller med kompletterande förspänning till underlag för en rekommendation. Det sannolika resultatet, att många konstruktioner - ombockade armeringsstänger, skråspik, stålband spikade i mur - inte ens vid statisk och än mindre vid pulserande last ha tillräcklig hållfasthet gör detta studium högst angeläget."

(Ur rapport 14.7.1969.)



## KOMPLETTERANDE MATERIAL

"Statens Lantbruksbyggnadsförsök:  
Stormskador på lantbruksbyggnader

Ingvar Jansson:  
Stormskador på lantbruksbyggnader. Väg- och vattenbyggaren  
1968

Centerlöf & Holmberg AB:  
Fläckningshållfastheten hos lätt isolering på plåttak, rapport  
10.3.1969

Statens Planverk:  
Invändig vindlast, utredningsuppdrag enligt brev Dnr T 2552/68  
med rapport den 14.5.1969."

(Ur rapport 14.7.1969)

## RAPPORTERING

Stormskador i Skåne, brev 14.7.1969

Stormskador den 22 september och 1 oktober 1969, brev 17.11.1969

Vindskader - forankring av takkonstruktioner, Bygg nr 1,  
Oslo 1970.

## FIGURER

FIG. 1-3

1. Studieobjektens läge i Skåne. Enl. Ingvar Jansson, Väg- och Vattenbyggaren 1968:4.
2. Samband mellan antalet hastighetsmaxima och vindhastighet under en väl beskriven storm (Sheffield).
3. Samband mellan relativ vindstyrka och vindstyrkans varaktighet på två olika nivåer (Brittisk vindlastnorm).

A-serienAllmänt

A 1 Studieobjektens läge (rapport 14.7.1969)

Lätt isolering på tak

- A 2 Cellplast på plåt, fläkning  
 A 3 Mineralull (tung) på plåt, fläkning  
 A 4 Mineralull (tung) på plåt, fläkning och klisterfog  
 A 5 Mineralull (tung) på plåt, fläkning  
 A 6 Mineralull (tung) på plåt, fläkning och klisterfog  
 A 7 Mineralull (tung) på plåt, fläkning  
 A 8 Mineralull (tung) på betong, fläkning och klisterfog

Plåttak

- A 9 Plåt på stålstomme samt intryckt port, nitinfästning resp. portens vekhet  
 A 10 Plåt på träåsar, spikinfästning

Trätakskonstruktioner, uppstolpat högben

- A 11 Stolpförankring i valv brast  
 A 12 Stolpförankring i valvets rand brast  
 A 13 Högbensförankring vid takfot brast  
 A 14 Högbensförankring vidnock brast  
 A 15 Högbensförankring vidnock brast  
 A 16 Takstolsförankring otillräcklig  
 A 17 Takstolens sidostabilitet otillräcklig  
 A 18 Högbensförankring vidnock brast  
 A 19 Högbensförankring vidnock brast  
 A 20 Takstolens sidostabilitet och förankring otillräcklig  
 A 21 Högbensförankring vidtakfot brast  
 A 22 Högbensförankring vidtakfot och den tidigare utförda förankringen brast

- A 23 Högbensförankring vid takfot och den tidigare utförda förankringen brast
- A 24 Högbenet försvagat vid takfot - instörtad gavelspets
- A 25 Högbensförankring vid takfot otillräcklig - avsugen gavelspets
- A 26 Taklutning 20°. Högbensförankring i stolpar brast - instörtad gavelspets

#### Murverk

- A 27 Murar stjälp - byggnadens sidostabilitet negligerad
- A 28 Hushörn av kalksandsten avsuget
- A 29 Hushörn av kalksandsten avsuget
- A 30 Förankrad 1/2-stens tegelbeklädnad avsugen

#### Stomkonstruktion

- A 31 Betongstomme där brott i pelare inträffade ovanför holk utan att armeringens förankring i denna brast

#### Skorsten

- A 32 Glidformsgjuten rektangulär betongskorsten saknade tillräcklig förankring i sin sula

#### Mast

- A 33 Icke stagad belysningsmast utförd i stålfackverk brast

#### Vägs skyltar

- A 34 Vägs skylt med sammanhängande yta vek sig
- A 35 Vägs skylt med uppdelad yta vek sig

#### B-serien

- B 1 Bandjärn brusto, klippspik drogos ur lättbetong. Förloppet visas i en bildserie i SDS den 23.9.69. Byggnaden konstruerades i november 1957, dvs. enligt BABS 1950, som gav dålig ledning. Förvarningen av en tidigare, begränsad stormskada hade blivit negligerad
- B 2 Takpappen lyftes enligt iakttagelse dels av hängrännan med otillräcklig infästning genom spik i takpanelen, dels av luft genom knasthål
- B 3 Taket lyftes. Ritade stolpinfästningar med bandjärn voro bytta mot skråspik enligt detalj 2. Vid takfot utgjorde spik enda förankring. Byggnaden konstruerades i april 1962
- B 4 Beklädnadsplåtarna sletos av och spredos. De voro fästa med per 95 x 45 cm 2 st. träskruvar  $\phi$  5 x 3/4" sittande till en del i torksprickor. Byggnaden konstruerades i maj 1956. BABS 1950 ger vindlasten 45 kp/skruv, som rimligen ger brott. SBN 67 antyder en mindre vindlast men har inte fallet rent.

- B 5 Halva taket lyftes. Byggnaden konstruerades i december 1963. Ritade takstolsförankringar av bandjärn voro endels utelämnade endels bytta mot skråspik
- B 6 En del av taket lyftes. Byggnaden konstruerades i maj 1960. Ritade förankringar av bandjärn voro bytta mot skråspik i klotsar, själva "fast" - spikade i färsk betong
- B 7 Några takstolar vid gaveln lyftes. Byggnaden konstruerades i september 1953. Ritade förankringar av bandjärn vid takfoten voro bytta mot skråspik.



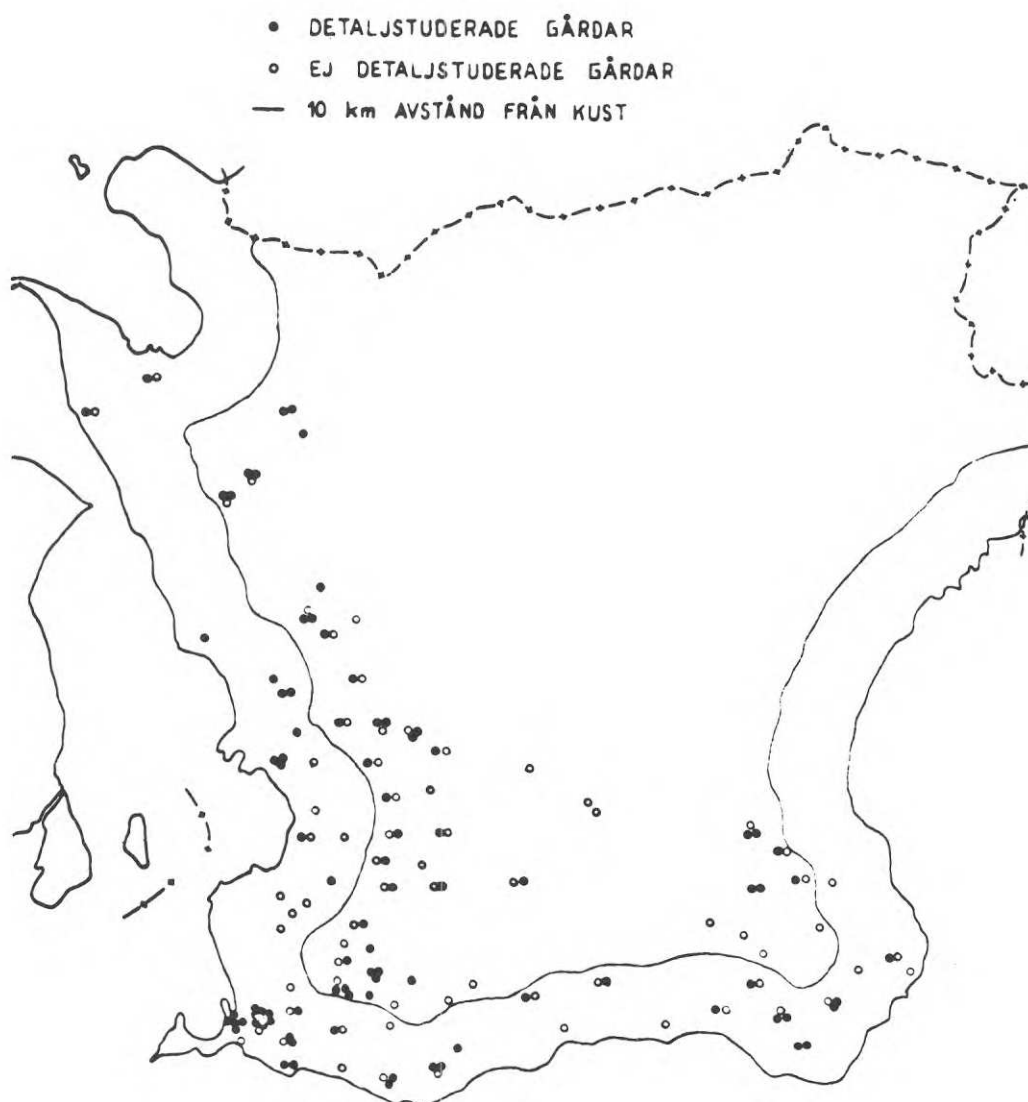


FIG. 1. Studieobjektens läge i Skåne.  
Enl Ingvar Jansson, Väg- och Vattenbyggaren 1968:4.  
The locations of the buildings studied in Skåne.  
According to Ingvar Jansson, Väg- och Vattenbyggaren  
1968:4.

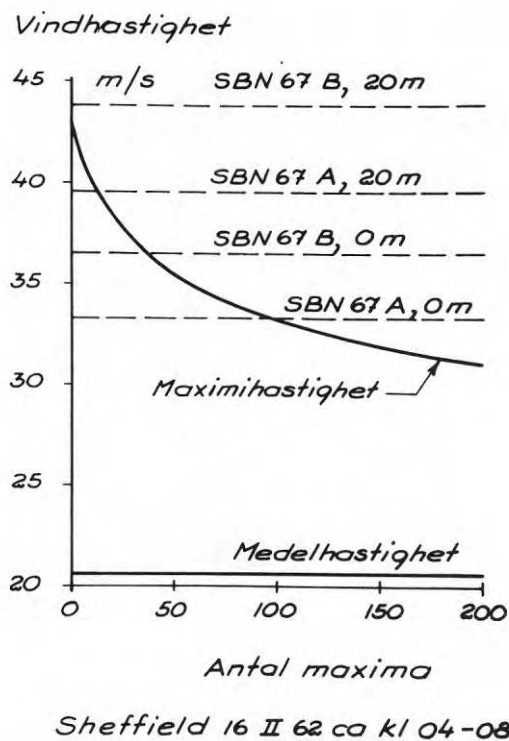


FIG. 2. Samband mellan antalet hastighetsmaxima och vindhastighet under en väl beskriven storm (Sheffield).

Relationship between number of maximum speeds and wind velocities during a fully documented storm (Sheffield).

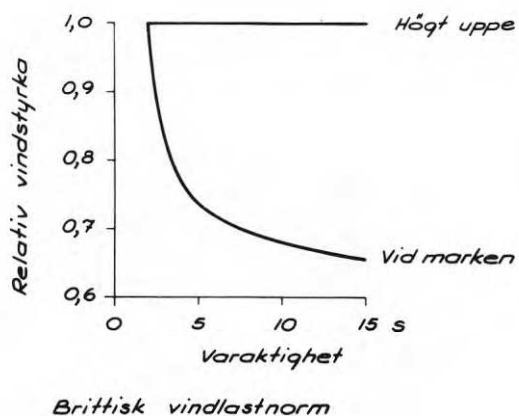


FIG. 3. Samband mellan relativ vindstyrka och vindstyrkans varaktighet på två olika nivåer (Brittisk vindlastnorm).

Relationship between relative wind forces and duration of the wind forces at two different levels (British wind loading regulations).

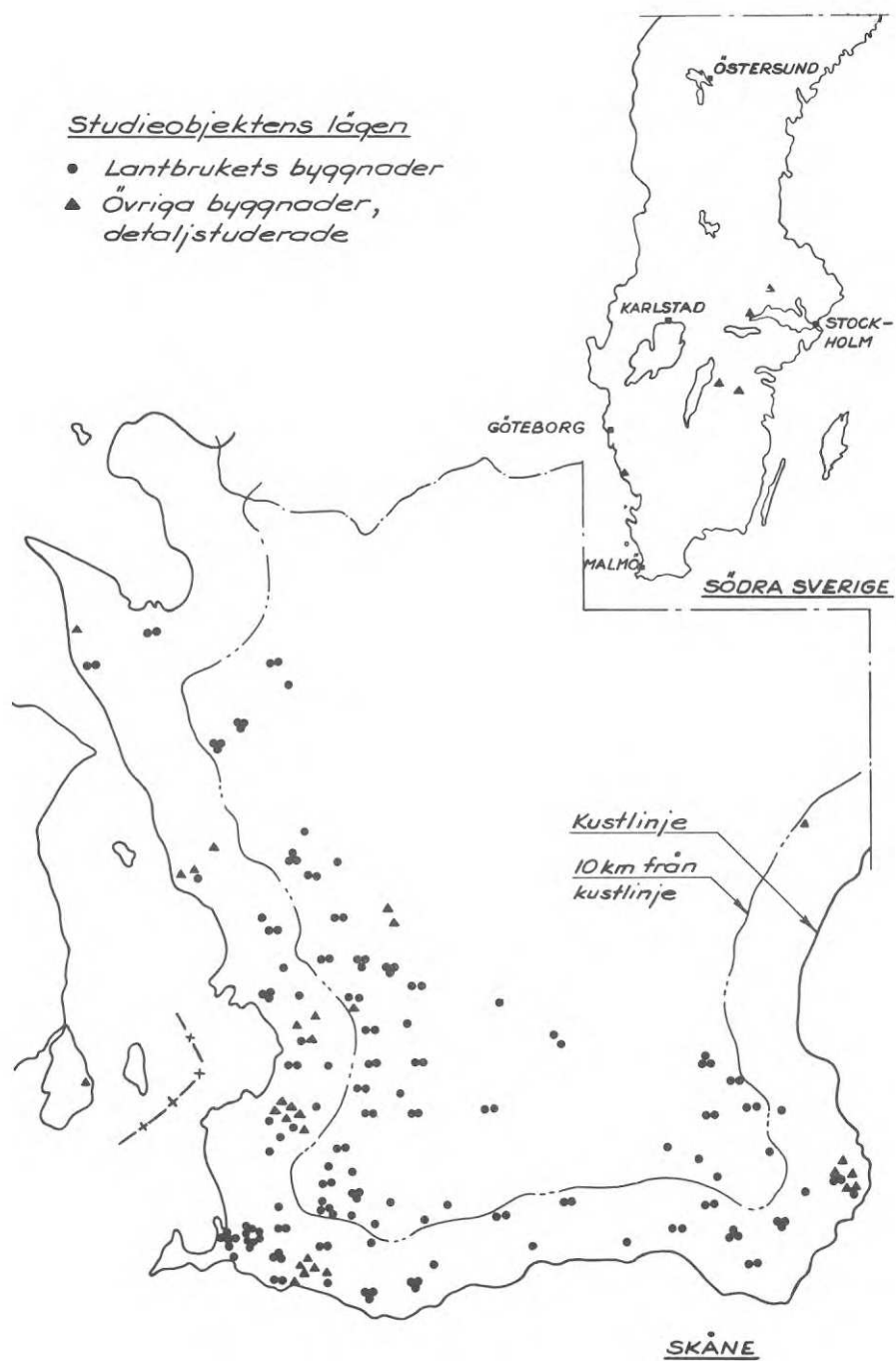


FIG. A1. Studieobjektens läge (rapport 14.7.1969).

The locations of the buildings studied (report 14.7.1969).

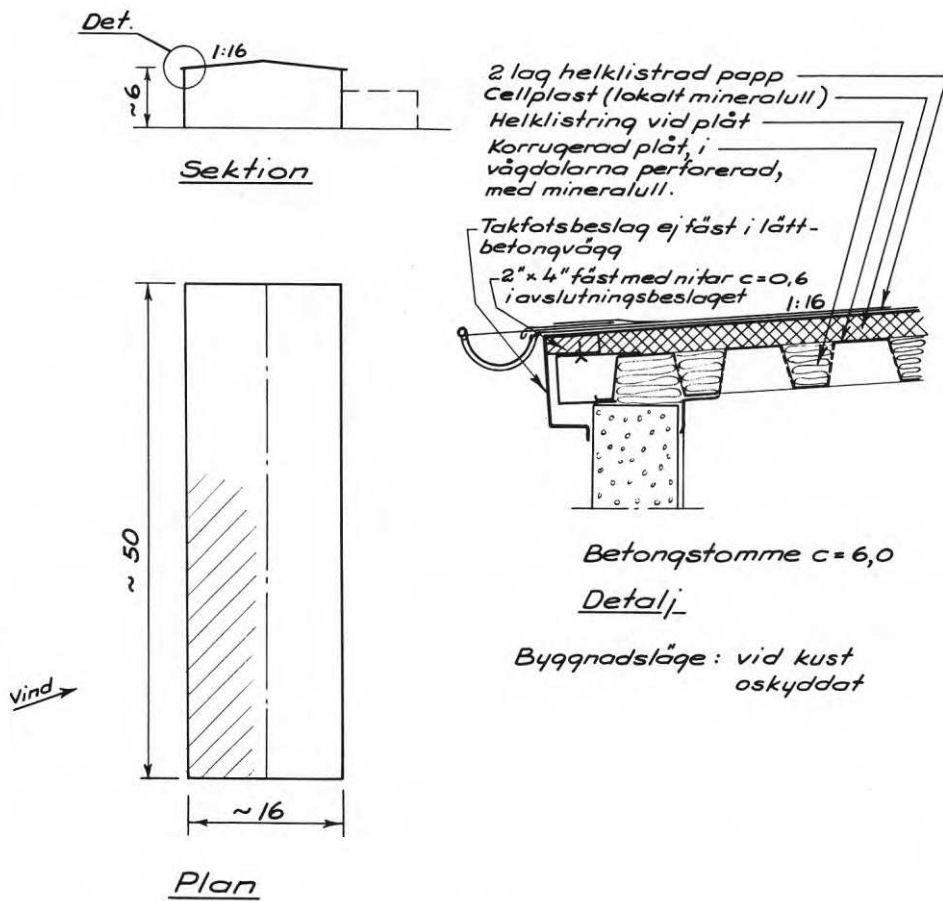
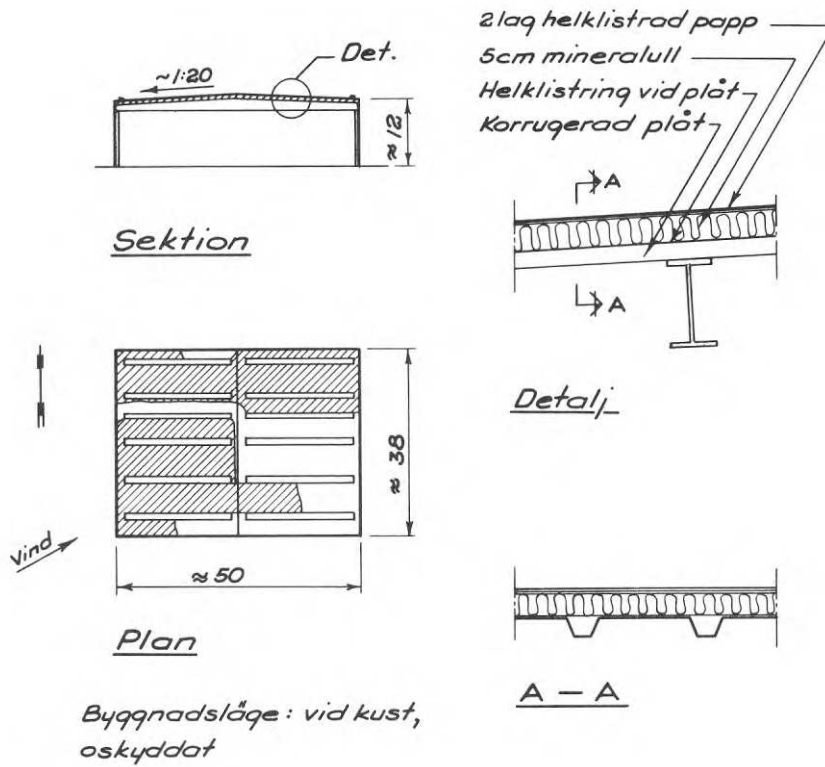


FIG. A2. Cellplast på plåt, fläkning.

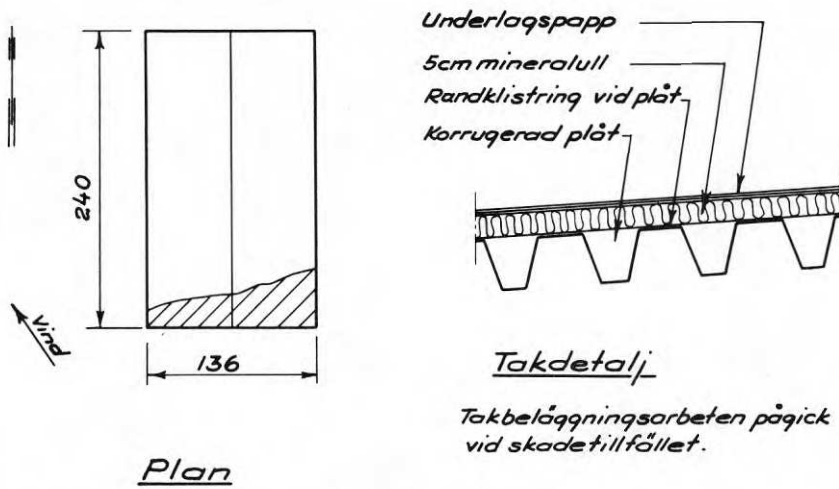
Expanded polystyrene on metal sheeting, split.





Vindhastighet 40 m/s  
 Fläkning i och under mineralullen  
 Hållfasthet enligt prov på oskadda  
 delar 150 kp/m<sup>2</sup> (Statspröveanstalten)  
 Vissa lanterniner lyftes.

FIG. A3. Mineralull (tung) på plåt, fläkning.  
 Mineral wool (heavy) on metal sheeting, split.



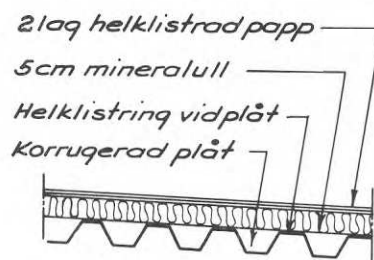
*Byggnadens höjd ca 9m. Taklutning ca 4°*  
*Byggnadsläge: inlandet (vid större insjö), oskyddat*

*Vindhastighet 15-25 m/s*  
*Fläkning under mineralullen*

FIG. A4. Mineralull (tung) på plåt, fläkning och klisterfog.

Mineral wool (heavy) on metal sheeting, split and disjoint.

Byggnadsyta 40 × 85 m  
Byggnadshöjd 8 m  
Taklutning ca 3°  
Byggnadsläge: inlandet,  
oskyddat



Takdetalj

Vindhastighet 15 - 25 m/s  
Fläkning i mineralullen

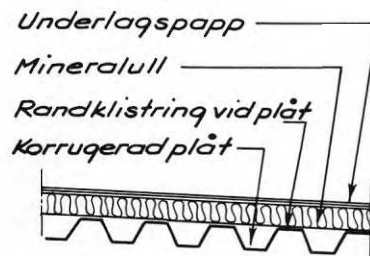
FIG. A5. Mineralull (tung) på plåt, fläkning.  
Mineral wool (heavy) on metal sheeting, split.

Byggnadsyta 80 × 360 m

Byggnadshöjd ca 9 m

Taklutning ca 3,5°

Byggnadsläge: inlandet  
(vid större insjö), oskyddat



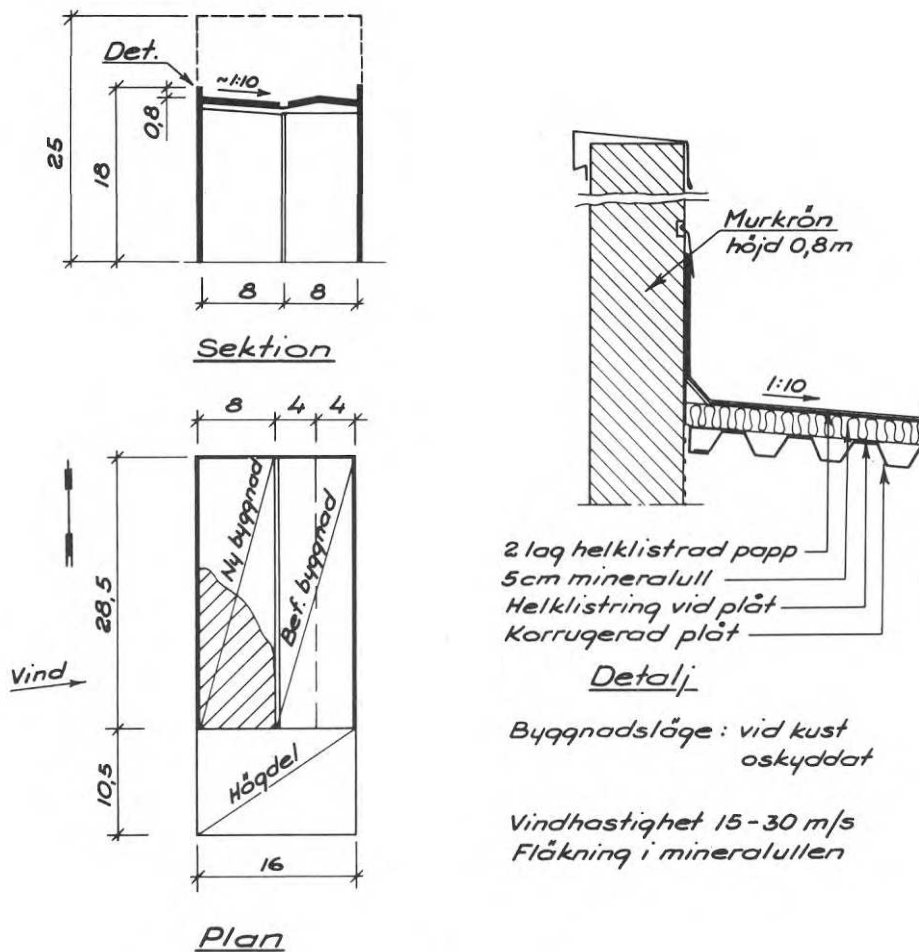
Takdetalj

Takbeläggningsarbeten på-  
gick vid skadetillfället

Vindhastighet 15-20 m/s

Fläkning i och under mineralullen

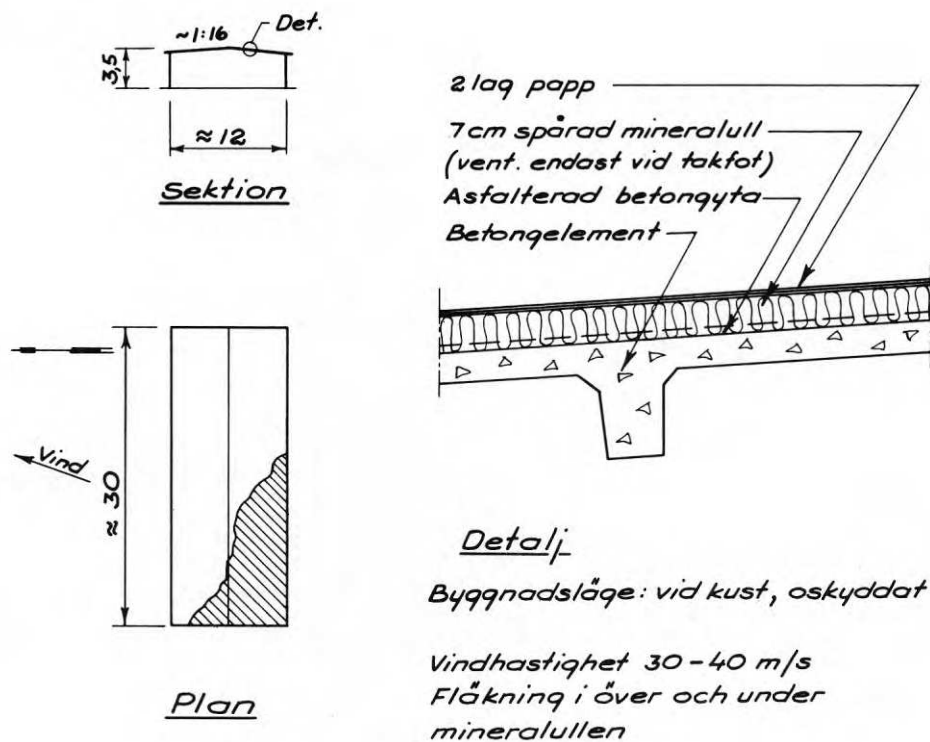
FIG. A6. Mineralull (tung) på plåt, fläkning och klisterfog.  
Mineral wool (heavy) on metal sheeting, split and  
disjoint.



Observera att murkrönet inte gav effektivt skydd

FIG. A7. Mineralull (tung) på plåt, fläkning.

Mineral wool (heavy) on metal sheeting, split.



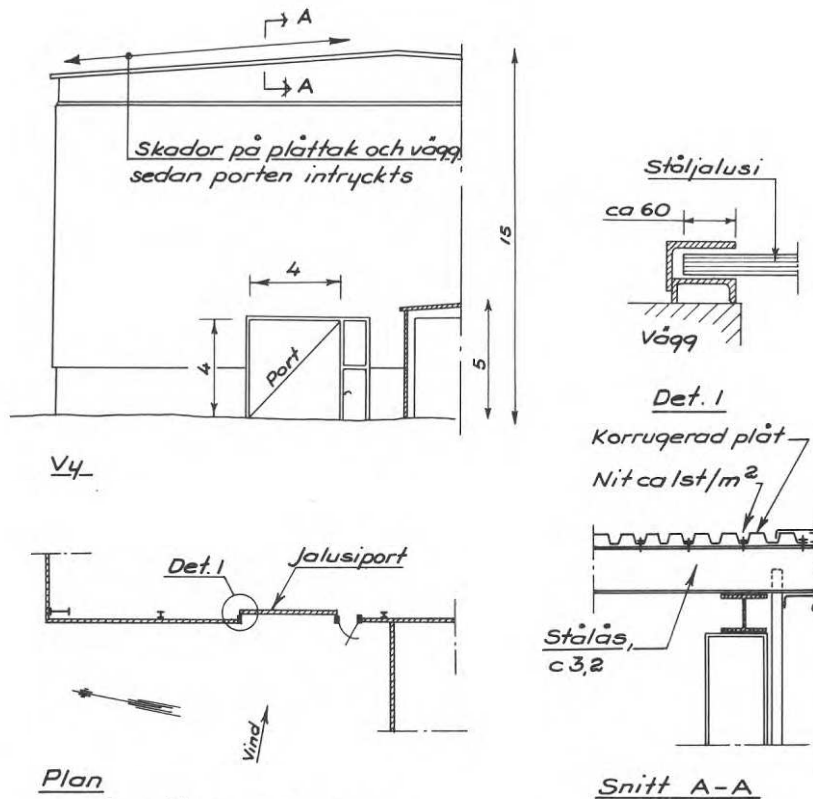
### Detalj

Byggnadsläge: vid kust, oskyddat

Vindhastighet 30-40 m/s  
 Fläkning i över och under  
 mineralullen

FIG. A8. Mineralull (tung) på betong, fläkning och klisterfog.  
 Mineral wool (heavy) on concrete, split and disjoint.





#### Plan

Avstånd till hav ca 300 m

Brottlast för nitinfästningen 275 à 300 kp/nit.

Byggnadsläge: vid kust, oskyddat

Vindhastighet 35 m/s

Porten intryckt, taket därefter normenligt avlyft i hörnet sedan invändig vindlast tillkommit.

FIG. A9. Plåt på stålstomme samt intryckt port, nitinfästning resp. portens vekhet.

Metal sheeting on steel frame with recessed entrance door, rivetted fixings and weakness of the entrance door.

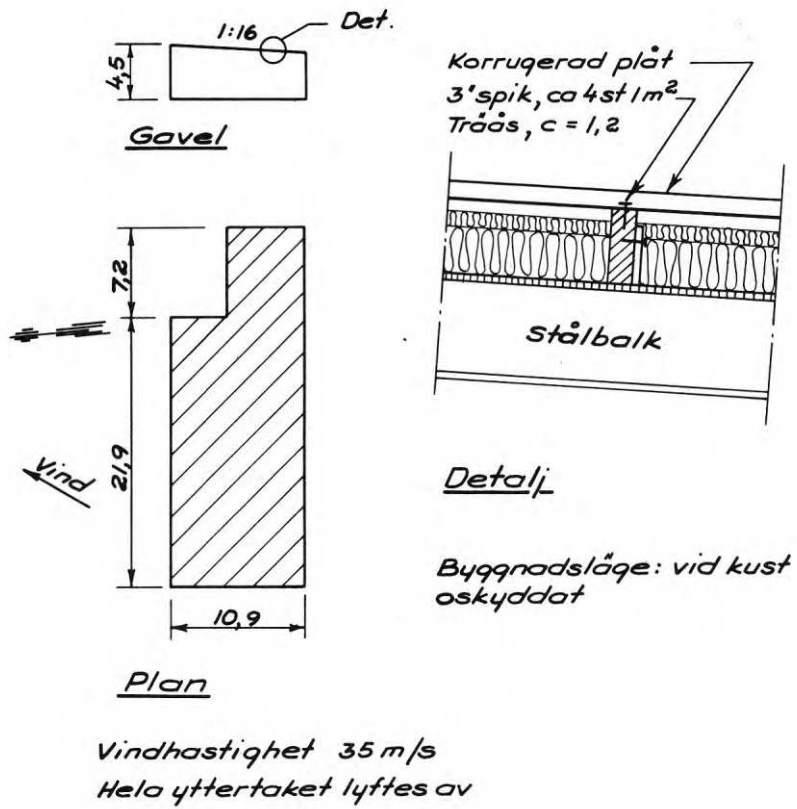


FIG. A10. Plåt på träåsar, spikinfästning.

Metal sheeting on timber purlins, nailed fixings.

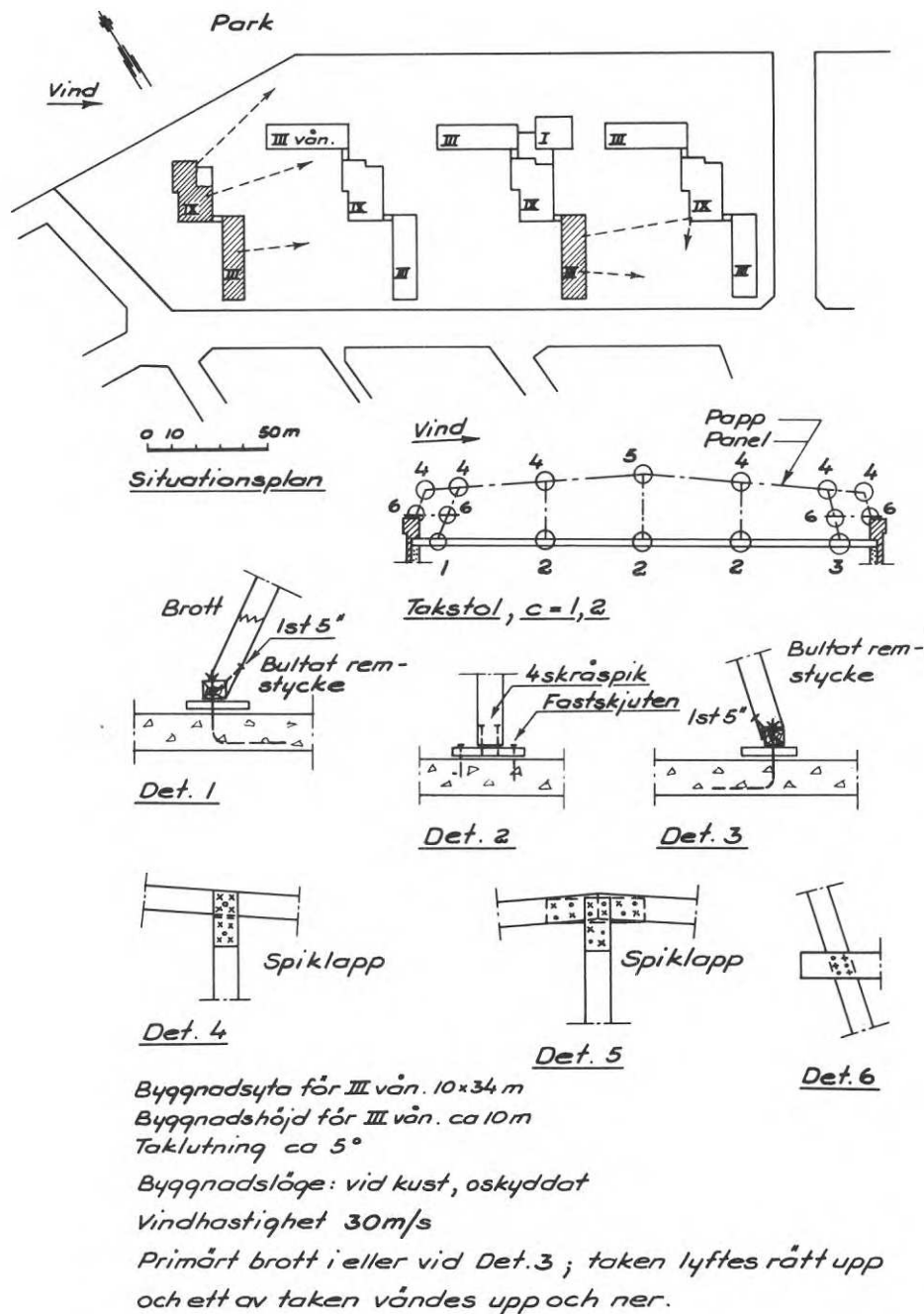
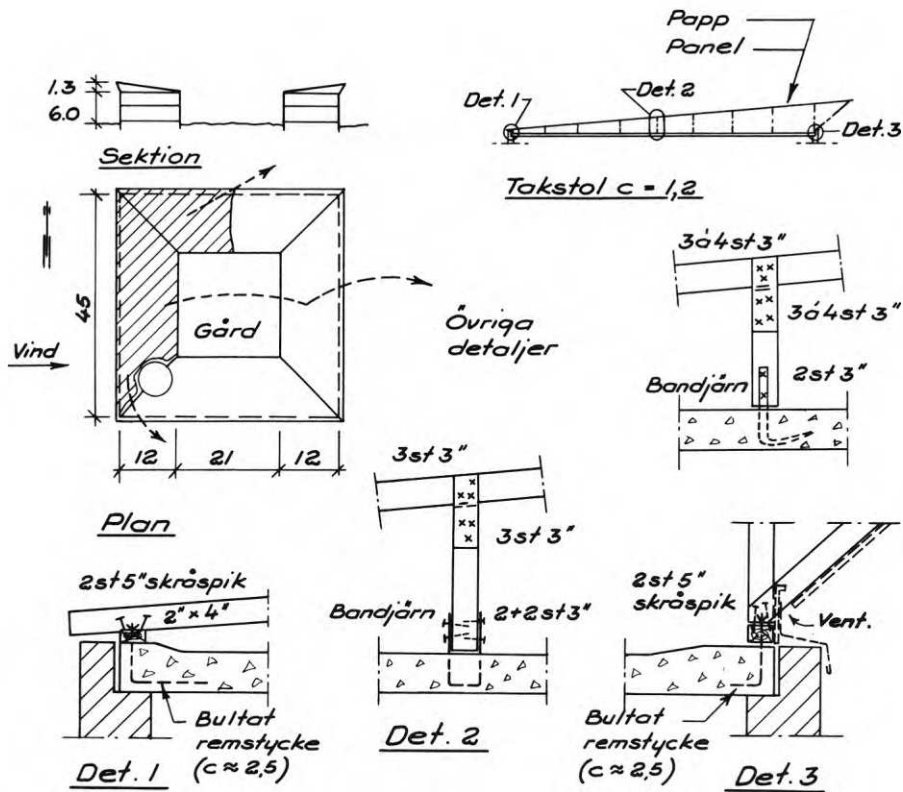


FIG. A11. Stolpförankring i valv brast.

Anchorage of struts in concrete slab failed.



Taklutning 5°

Byggnadsläge: inlandet, oskyddat

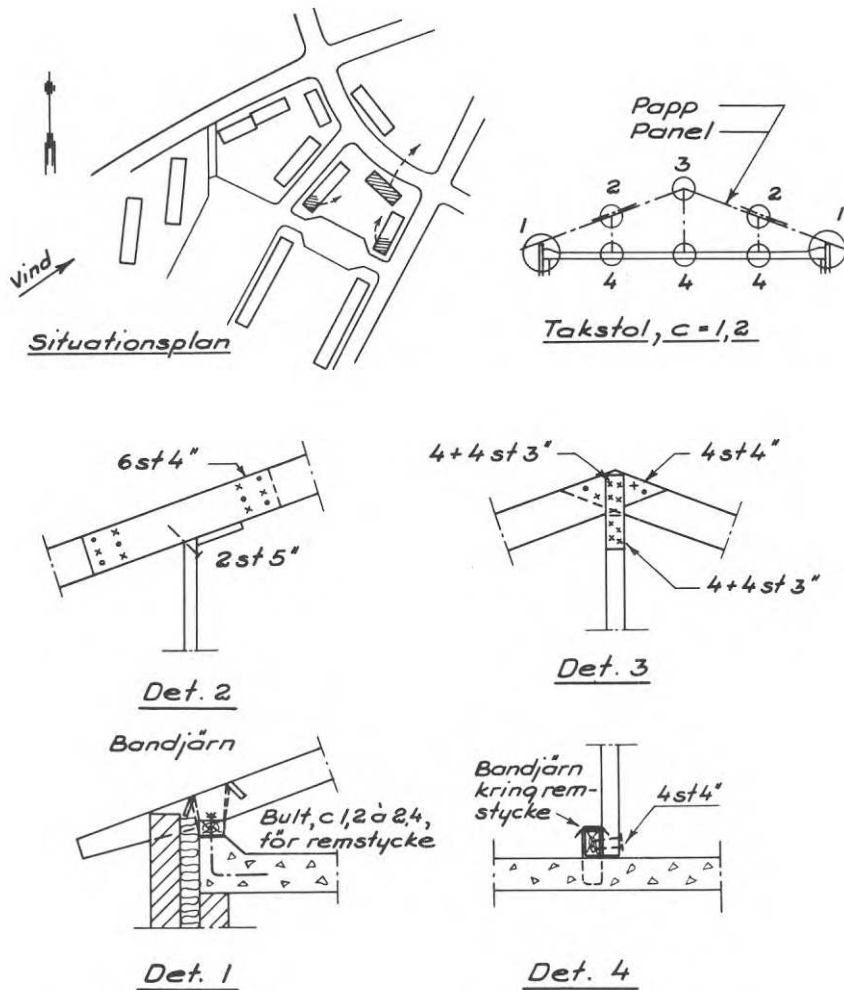
Vindhastighet 20-25 m/s

Primärt brast Det. 3 varefter

taket lossnade och förflyttades enligt plan.

FIG. A12. Stolpförankring i valvets rand brast.

Anchorage of struts in edge area of concrete slab failed.



Byggnadsyta 12×30 m  
 Byggnadshöjd 12 m  
 Taklutning ca 20°

Byggnadsläge: vid kust,  
 oskyddat

Vindhastighet 30-35 m/s  
 Bulten vid Det. 1 gick med mutter och  
 bricka genom remstycket, varefter  
 Det. 4 brast samt taket lyftes och vändes.

FIG. A13. Högbensförankring vid takfot brast.  
 Anchorage of rafters failed at eaves.

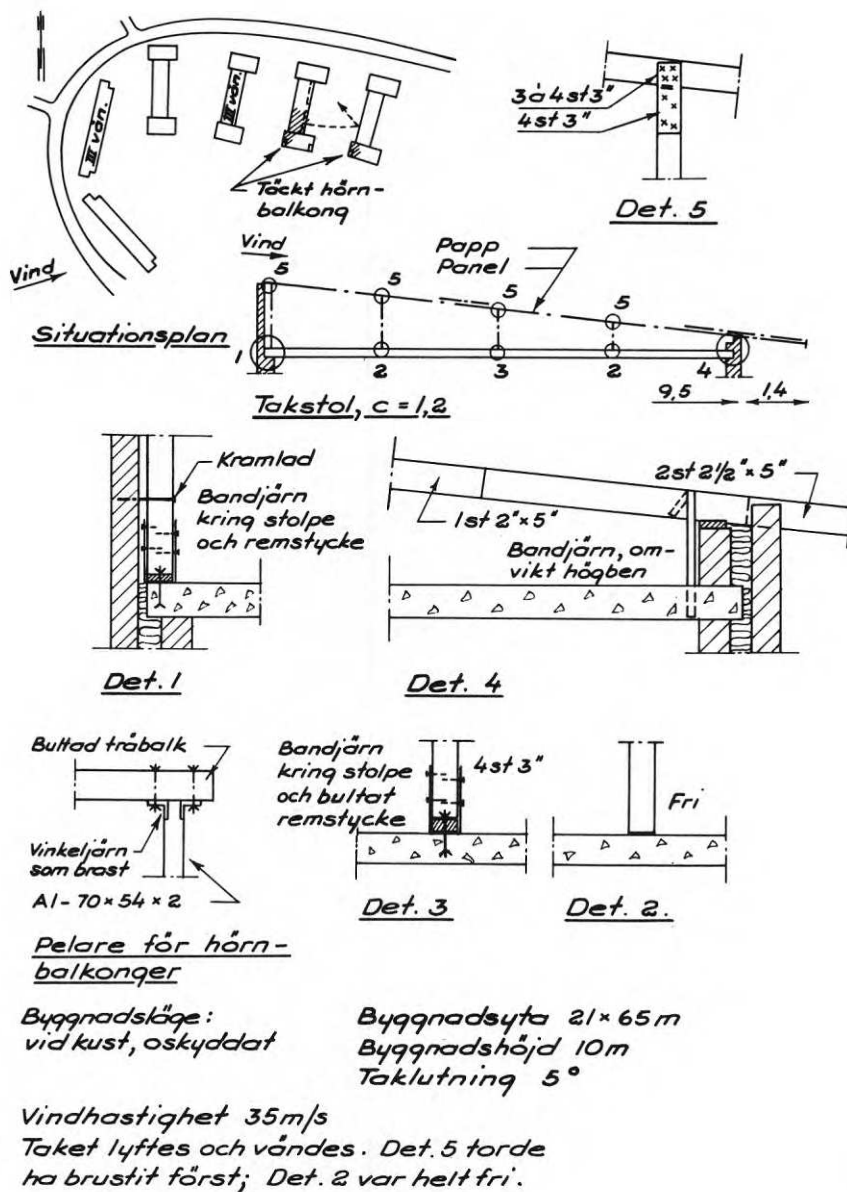


FIG. A14. Högbensförankring vid nock bräst.

Anchorage of rafters failed at ridge.

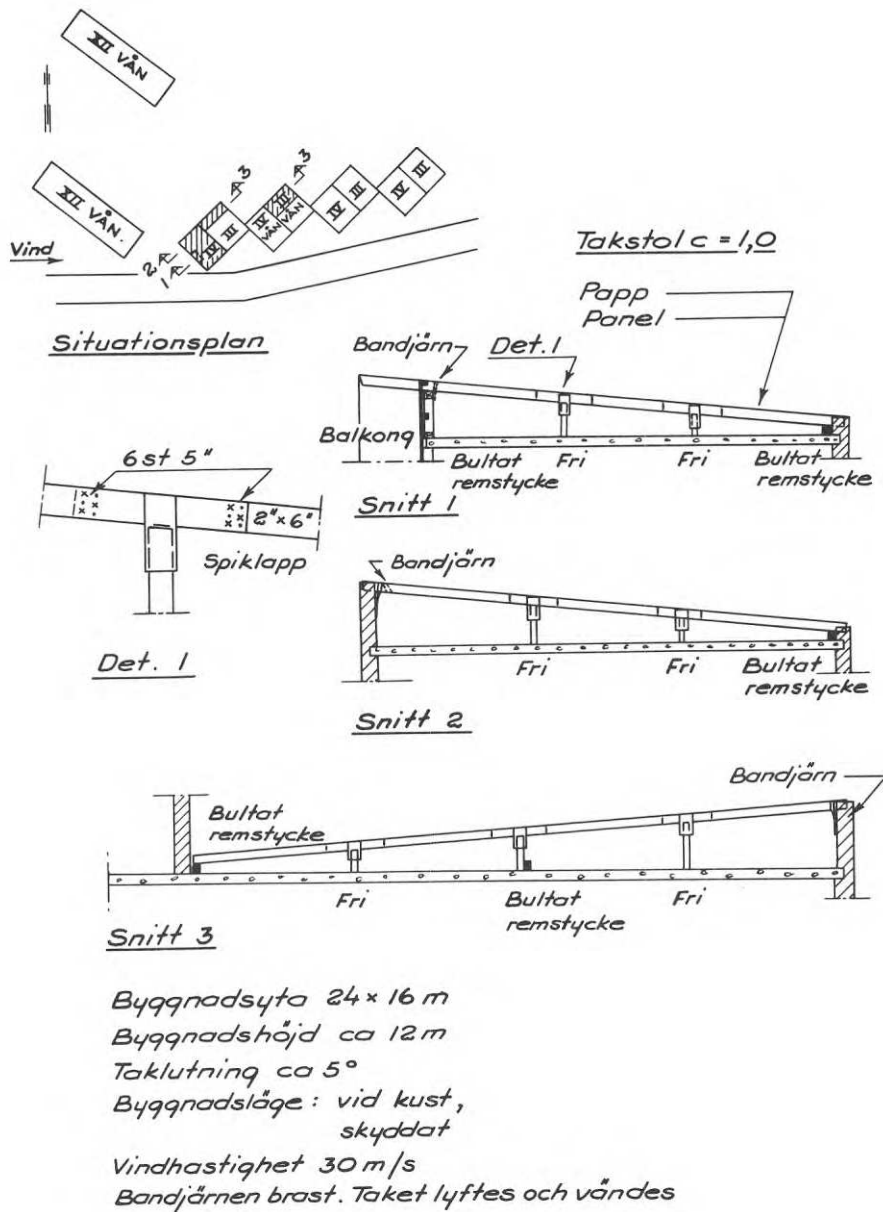
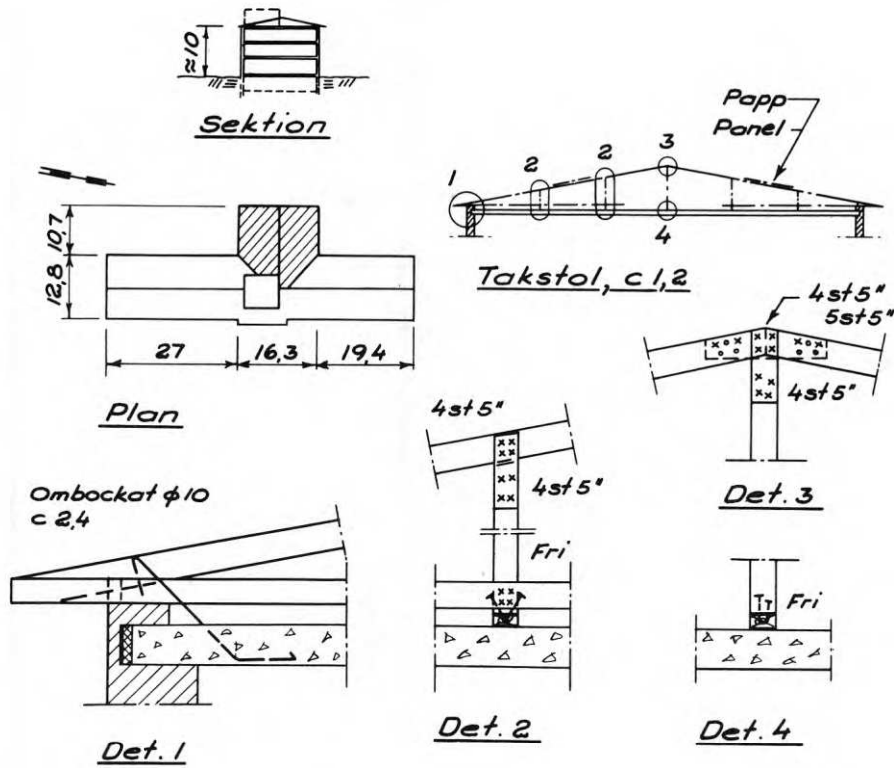


FIG. A15. Högbensförankring vid nock brast.  
 Anchorage of rafters failed at ridge.





Taklutning  $14^\circ$

Byggnadsläge: inlandet, skyddat

Vindhastighet ca 25 m/s

Primärt rötades  $\phi 10$  vid takfoten

FIG. A16. Takstolsförankring otillräcklig.

Anchorage of roof truss insufficient.

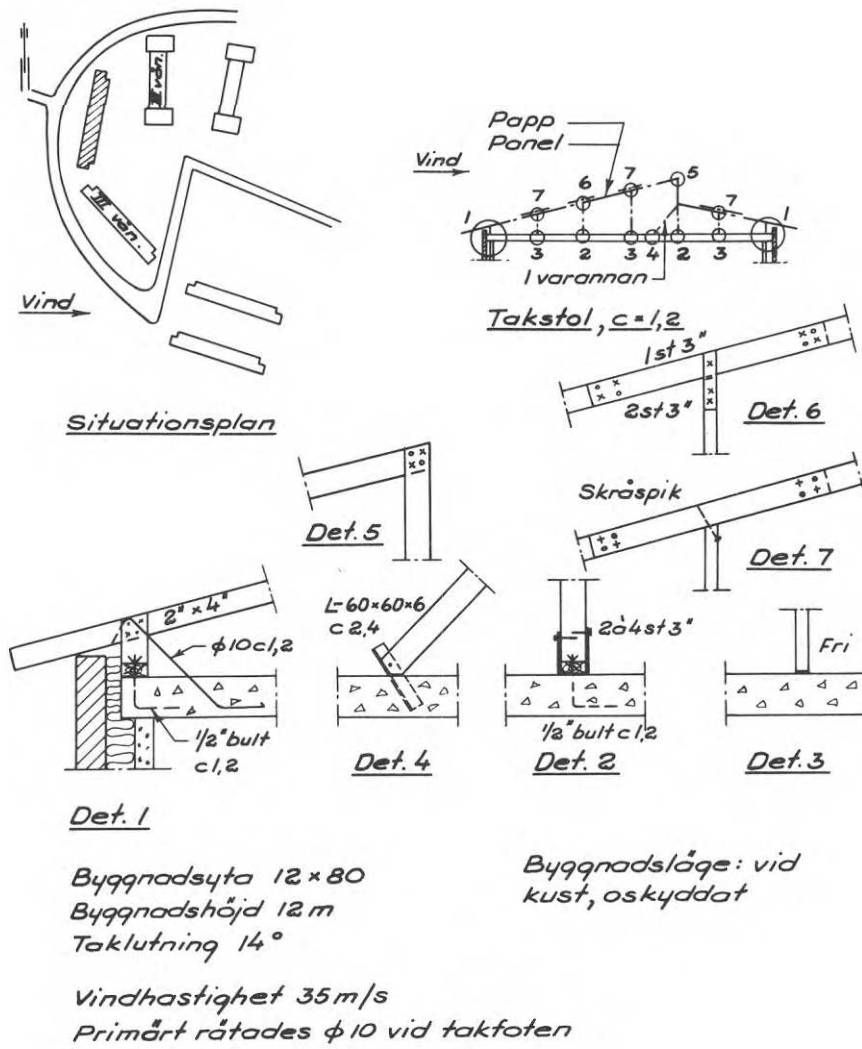
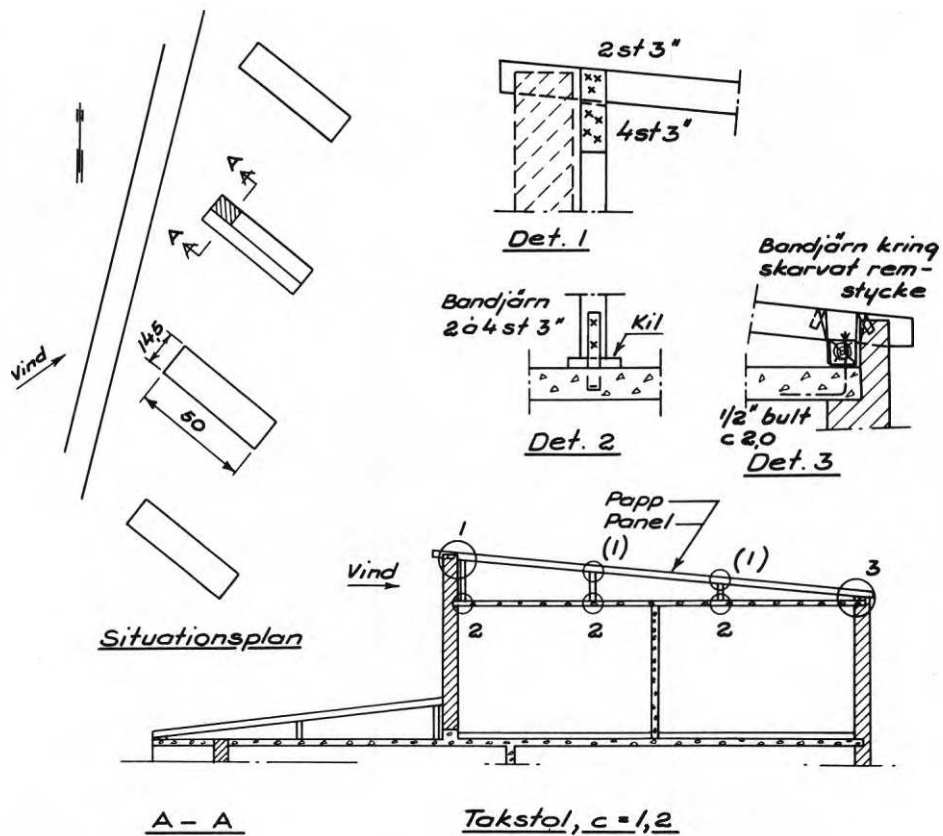


FIG. A17. Takstolens sidostabilitet otillräcklig.  
 Lateral stability of roof truss insufficient.



Byggnadsyta 14,5 × 50 m

Byggnadshöjd ca 34 m

Taklutning 5°

Vindhastighet 30 m/s

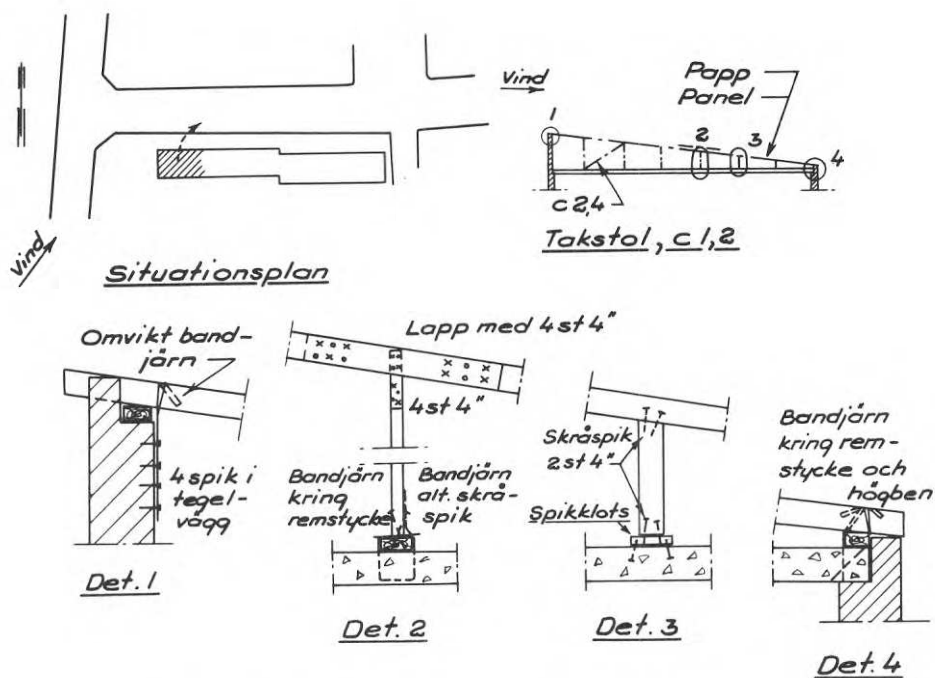
Det. 1 brast primärt; taket lyftes

Byggnadsläge:

vid kust, oskyddat

FIG. A18. Högbensförankring vid nock brast.

Anchorage of rafters failed at ridge.



Byggnadsyta 12 x 94 m  
 Byggnadshöjd ca 10 m  
 Taklutning ca 7°

Byggnadsläge: vid  
 kust, oskyddat

Vindhastighet 35 m/s  
 Primärt brast bandjärnet;  
 taket lyftes.

FIG. A19. Högbensförankring vid nock brast.  
 Anchorage of rafters failed at ridge.



Byggnadsbredd ca 17 m  
 Byggnadshöjd ca 10 m  
 Taklutning ca 8°  
 Byggnadsläge: vid kust,  
 oskyddat  
 Vindhastighet 30-35 m/s  
 Primärt brott i φ10; Det. 5 brast  
 sekundärt

FIG. A20. Takstolens sidostabilitet och förankring otillräcklig. Lateral stability and anchorage of roof truss insufficient.

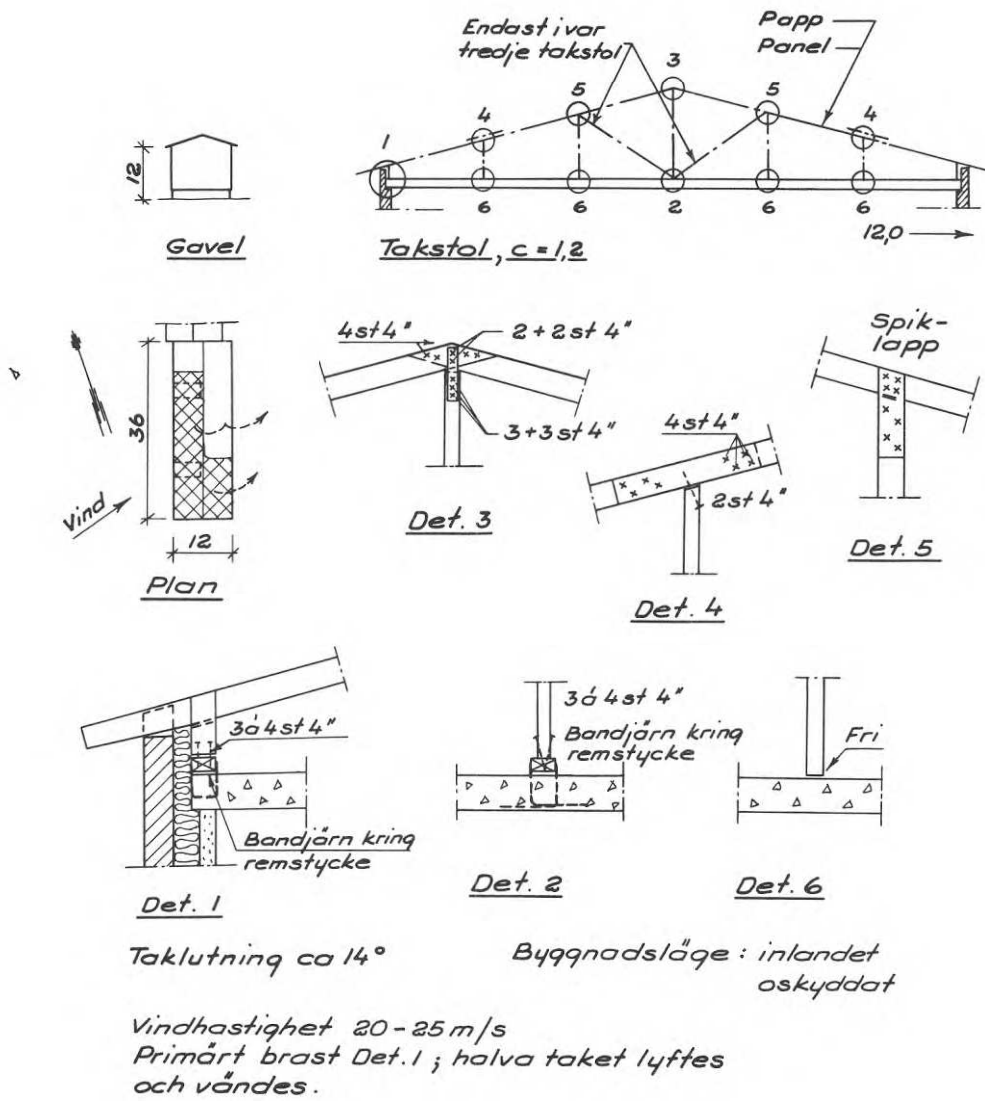


FIG. A21. Högbensförankring vid takfot brast.  
Anchorage of rafters failed at eaves.



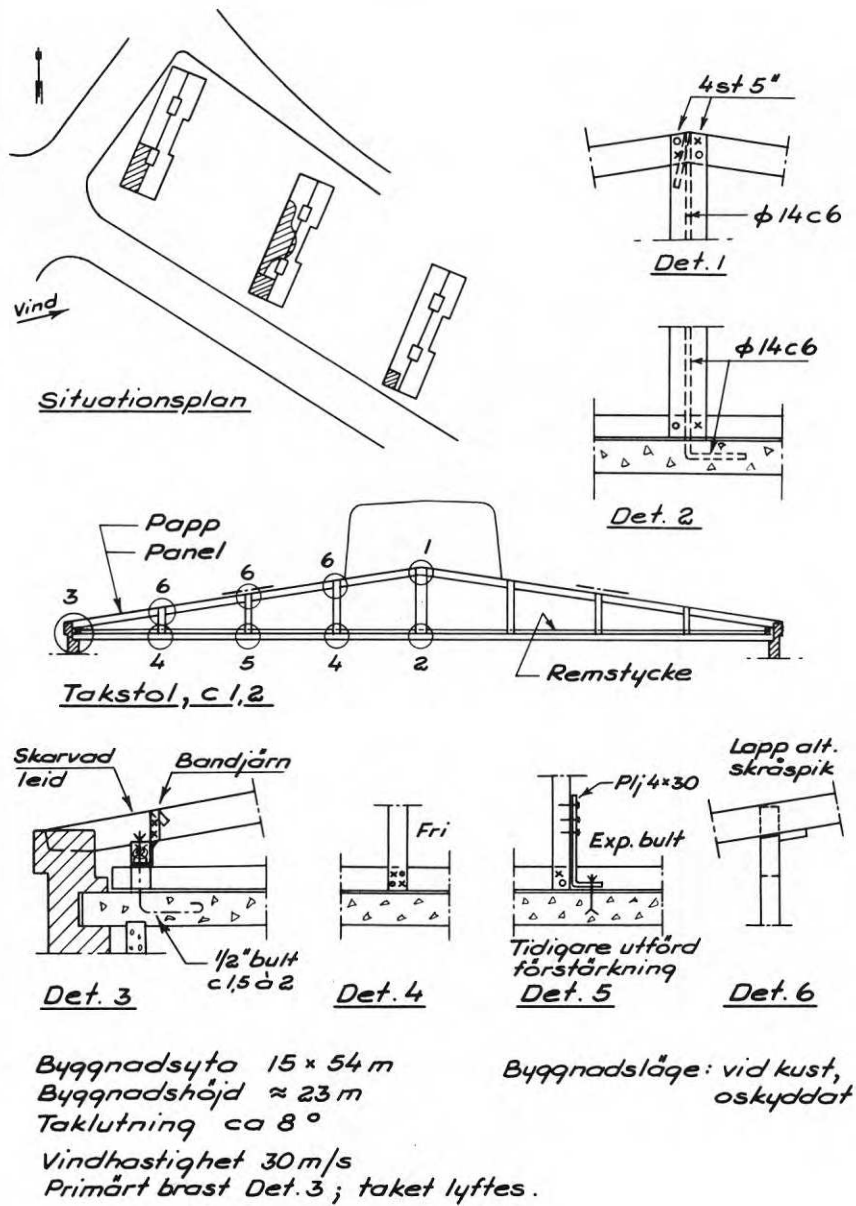


FIG. A22. Högbensförankring vid takfot och den tidigare utförda förankringen brast.

Anchorage of rafters at eaves and anchorage carried out earlier failed.

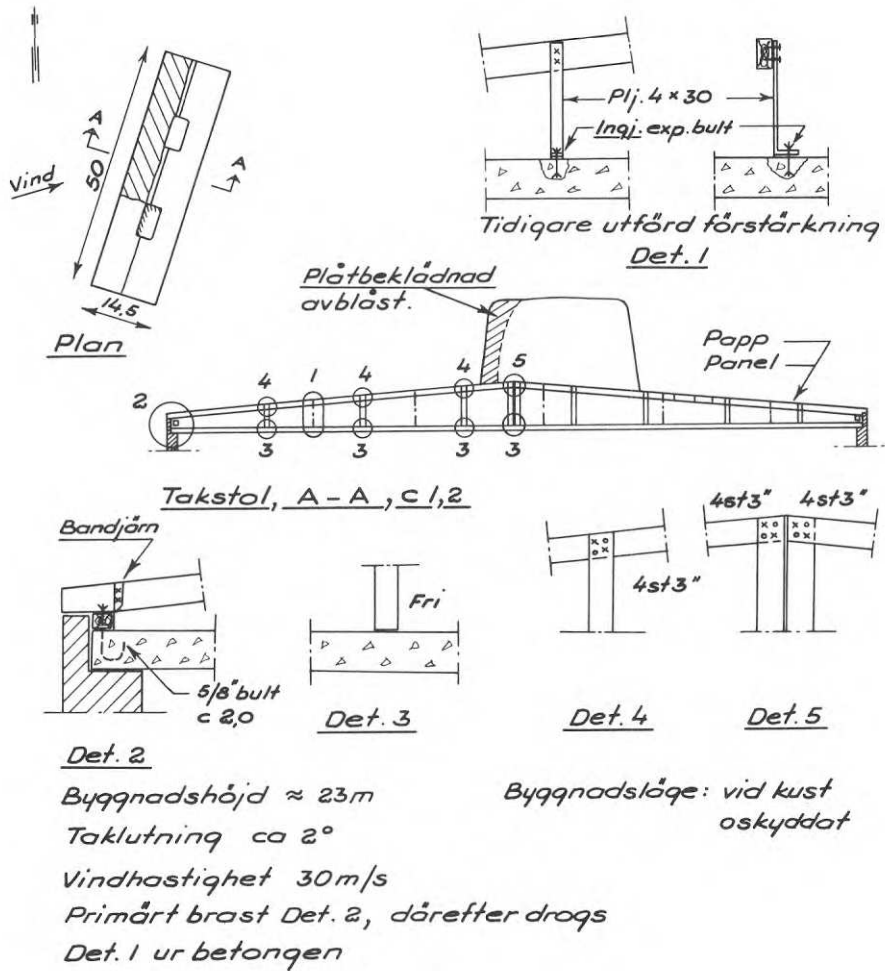
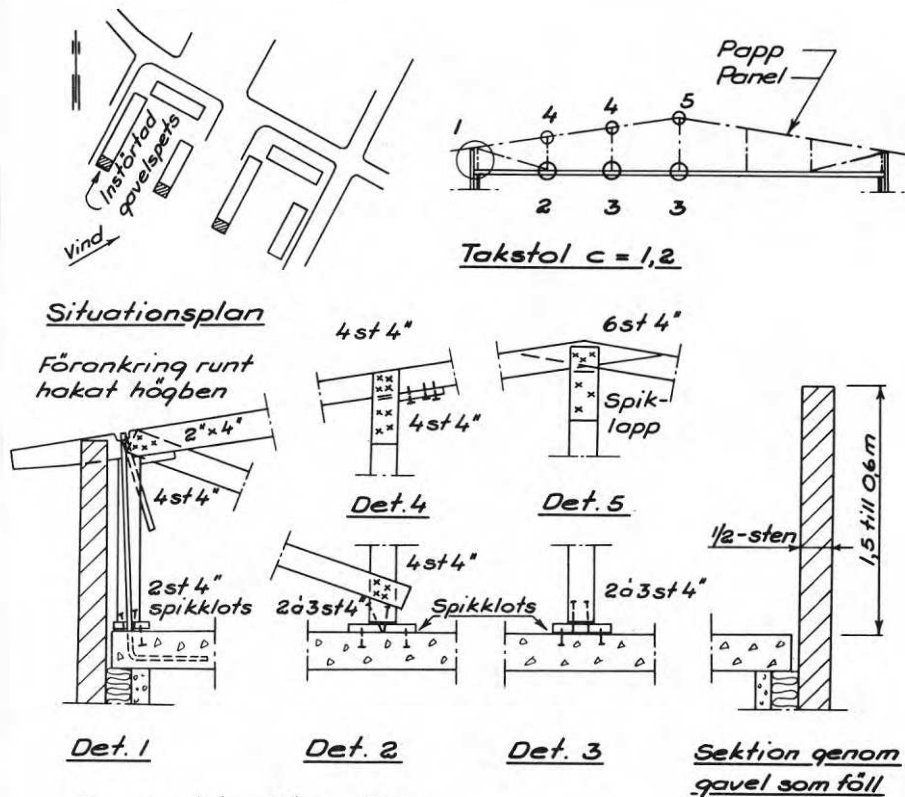


FIG. A23. Högbensförankring vid takfot och den tidigare utförda förankringen brast.

Anchorage of rafters at eaves and anchorage carried out earlier failed.



*Byggnadsbredd ca 17m*

*Byggnadshöjd ca 10m*

*Taktlutning ca 8°*

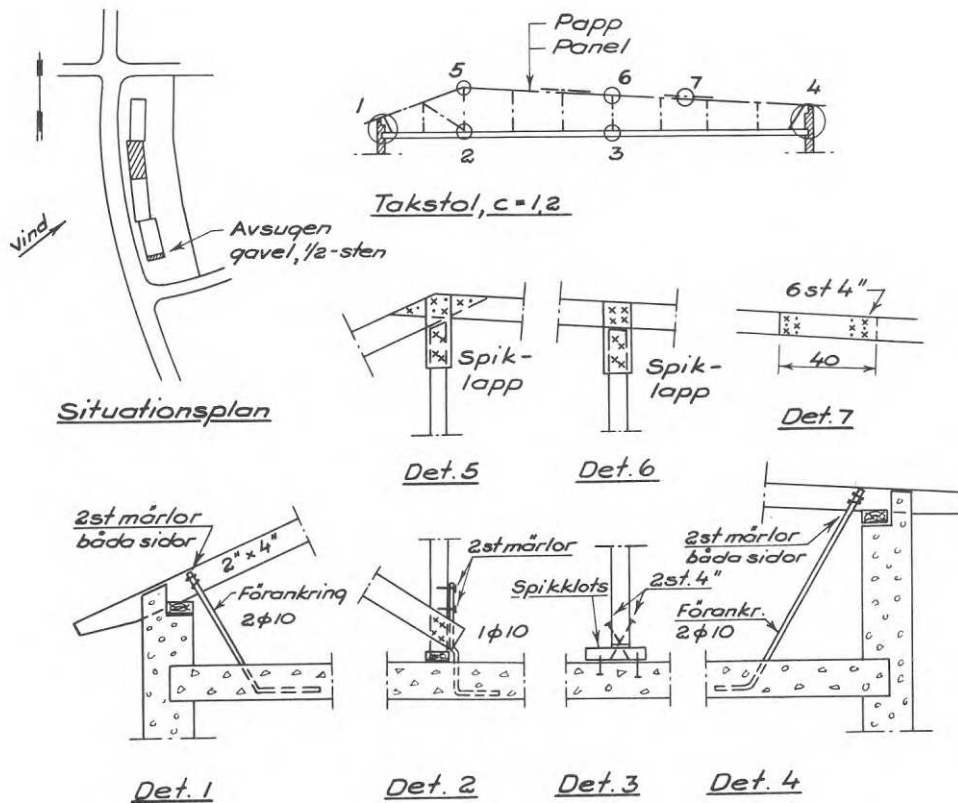
*Byggnadsläge: vid kust,  
oskyddat*

*Vindhastighet 30-35 m/s*

*Primärt brott i urhakningen för  
ϕ10; delar blåste av och en  
gavelspets bröts*

FIG. A24. Högbenet försvagat vid takfot - instörtad gavelspets.

Rafters weakened at eaves; top of gable collapsed inwards.



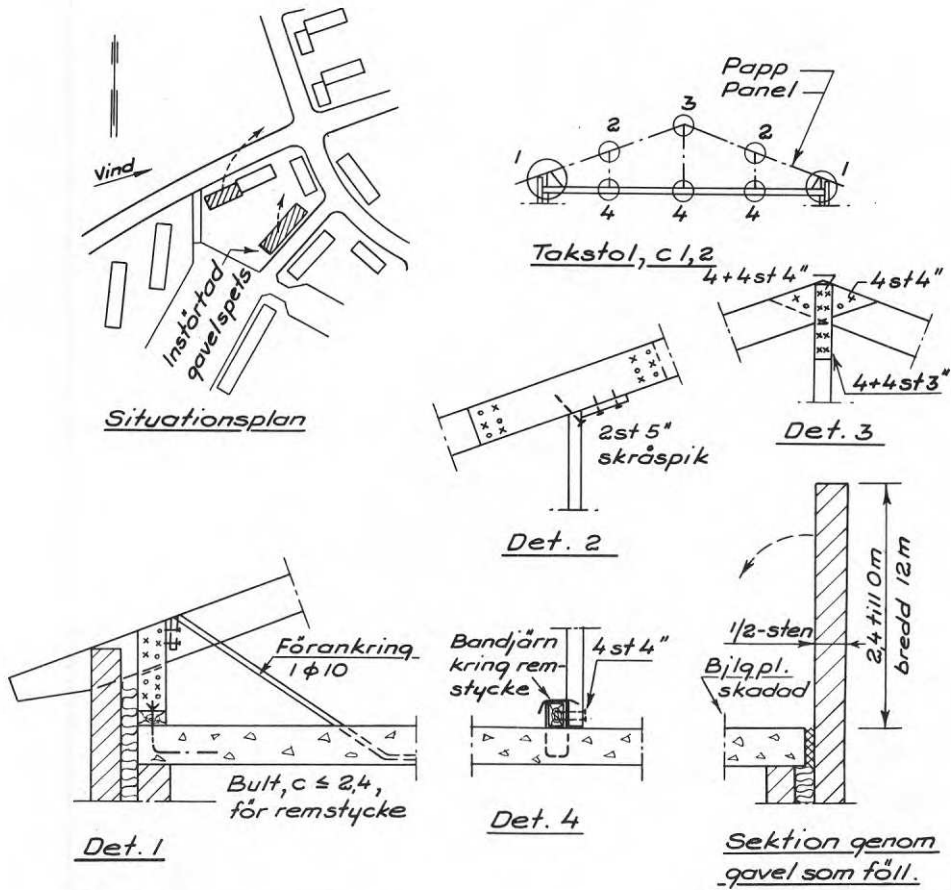
Byggnadsbredd ca 18 m  
 Byggnadshöjd ca 10 m  
 Taklutning ca 3°

Övriga stödben fria  
 på valvet

Byggnadsläge: vid kust, oskyddat  
 Vindhastighet 30-35 m/s  
 Primärt lossnade  $\phi 10$ , därefter lossnade  
 Det. 2, varefter taket lyftes och vändes

FIG. A25. Högbensförankring vid takfot otillräcklig - avsugen gavelspets.

Anchorage of rafters at eaves insufficient; top of gable pulled down.



Byggnadsyta 12 × 50 m

Byggnadshöjd 12 m

Taklutning ca 20°

Vindhastighet 30 - 35 m/s

Primärt brast Det. 1 brott i φ 10

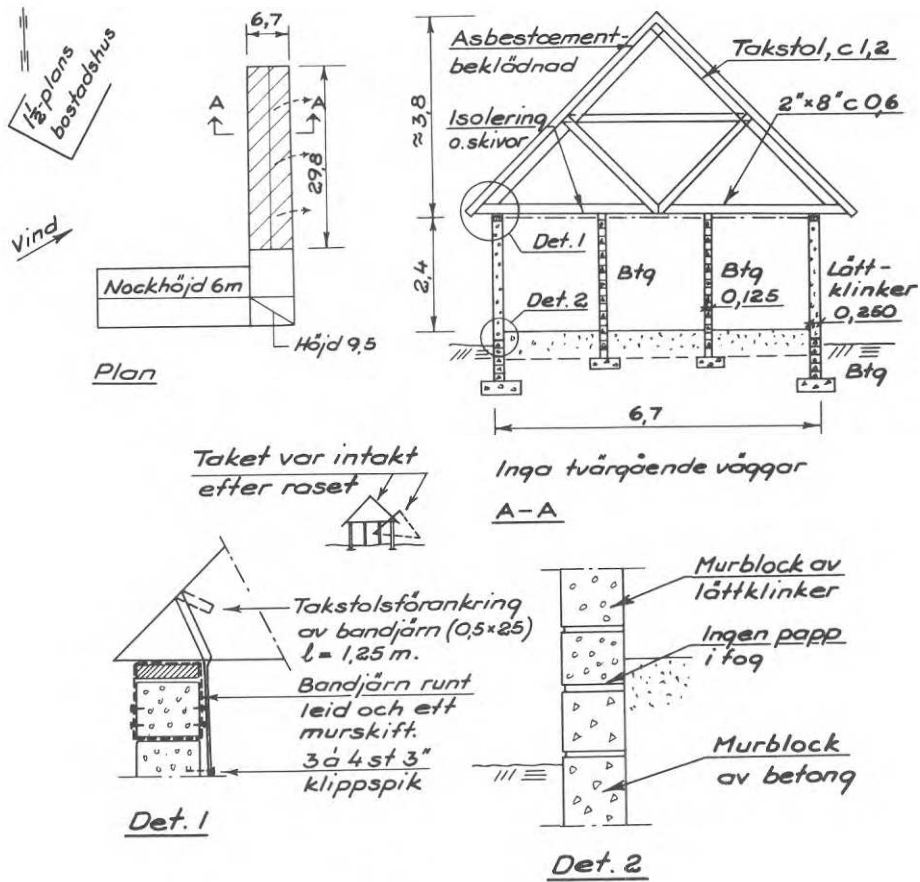
Det. 2 lossnade

Taket lyftes och en gavelspets bröts.

Byggnadsläge: vid kust  
oskyddat

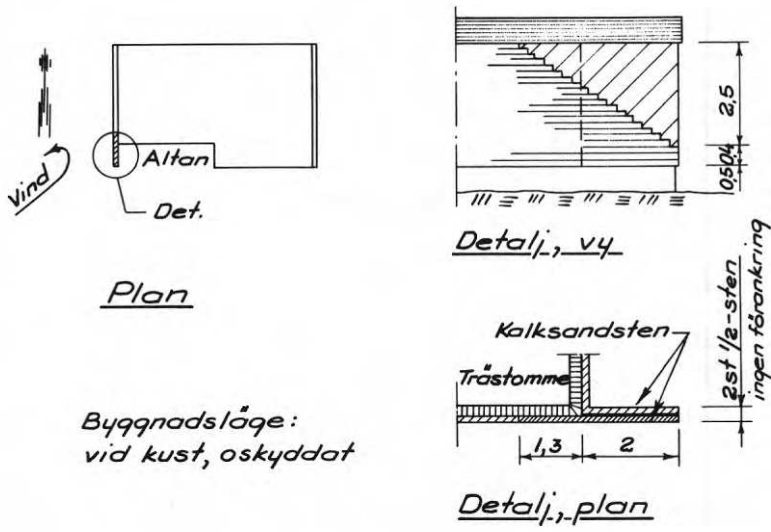
FIG. A26. Taklutning 20°. Högbensförankring i stolpar brast - instörtad gavelspets.

20° pitch. Anchorage of rafters to struts failed; top of gable collapsed inwards.



Byggnadsläge: vid kust, oskyddad  
 Vindhastighet 20-25 m/s  
 Murarna stjälpde; taket lades  
 helt på marken

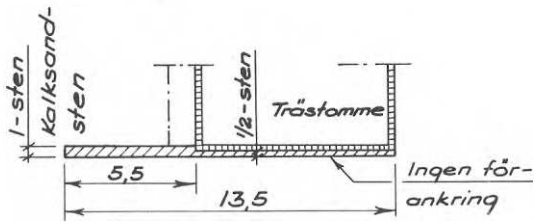
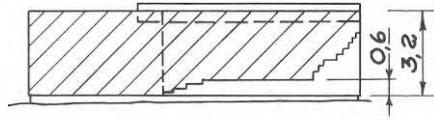
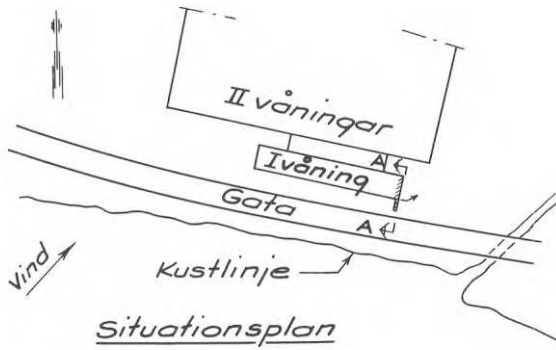
FIG. A27. Murar stjälpde - byggnadens sidostabilitet negligerad.  
 Walling cantered; lateral stability of the building neglected.



*Vindhastighet 35 m/s  
Kalksandsten, inga kramlor.  
Hörnet sögs av.*

FIG. A28. Hushörn av kalksandsten avsuget.  
Sand-lime brickwork at corner of building pulled down.

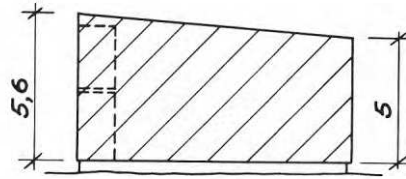




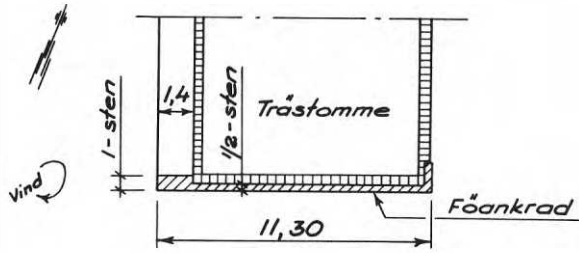
Byggnadsläge: vid kust, oskyddat  
 Vindhastighet 35 m/s  
 Kalksandsten, inga kramlor. Skärm-  
 vägg och ytterfasad stjälp

FIG. A29. Hushörn av kalksandsten avsuget.

Sand-lime brickwork at corner of building pulled down.



Vy



Plan

Byggnadsläge: inlandet, skyddat

Tegelmur med kramlor och spik

Muren sögs av.

FIG. A30. Förankrad 1/2-stens tegelbeklädnad avsugen.  
Tied-in 1/2 brick facing bricks pulled down.

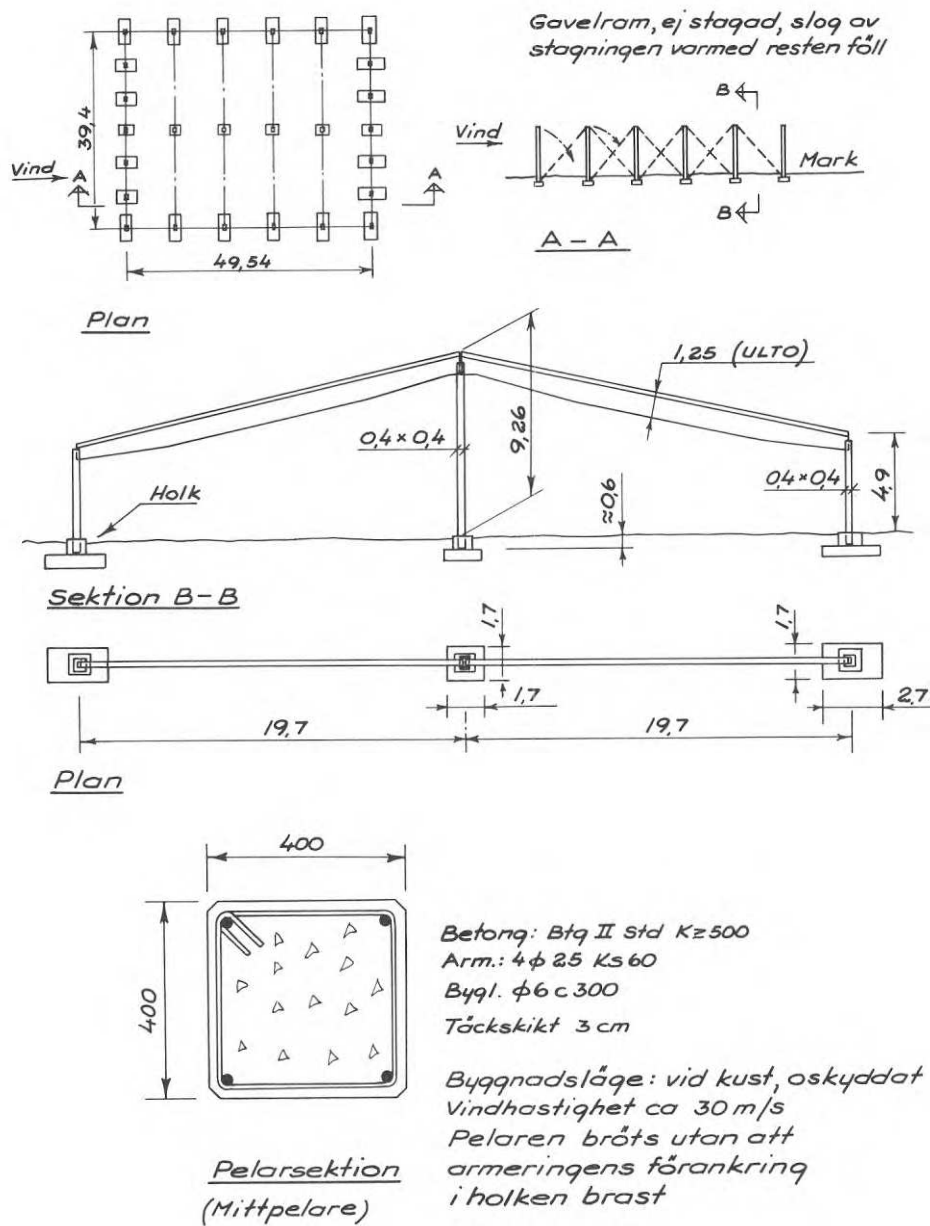
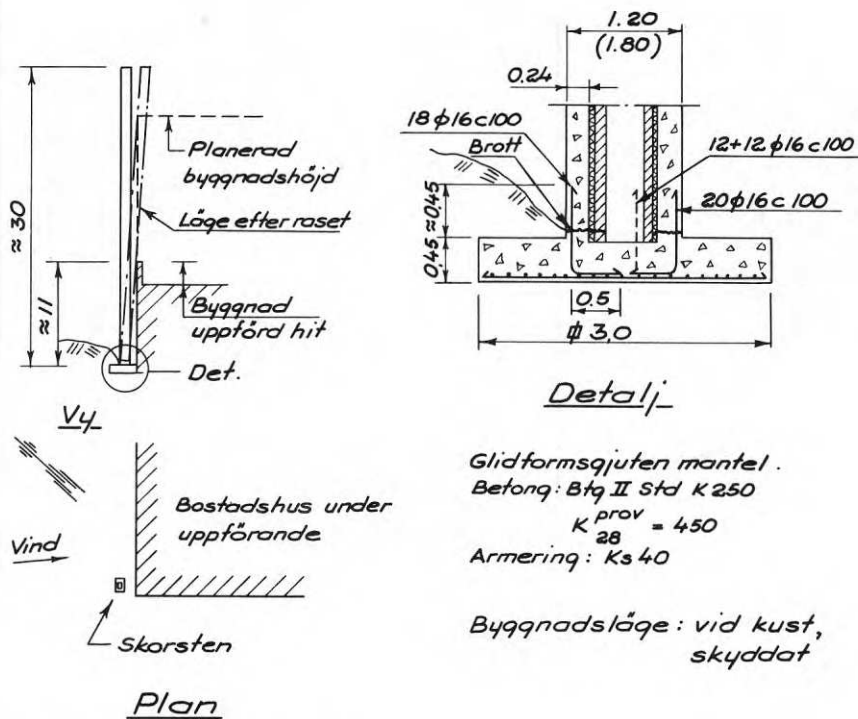


FIG. A31. Betongstomme där brott i pelare inträffade ovanför holk utan att armeringens förankring i denna brast. Concrete structure where failure of column occurred above seating without the anchorage of reinforcement failing in it.



Vindhastighet 25 m/s

Skorstenen bröts genom förankringsbrott vid  $G_D \approx 2000 \text{ kp/cm}^2$

FIG. A32. Glidformsgjuten rektangulär betongskorsten saknade tillräcklig förankring i sin sula.

Rectangular concrete chimney cast against sliding formwork lacked sufficient anchorage to its foundations.

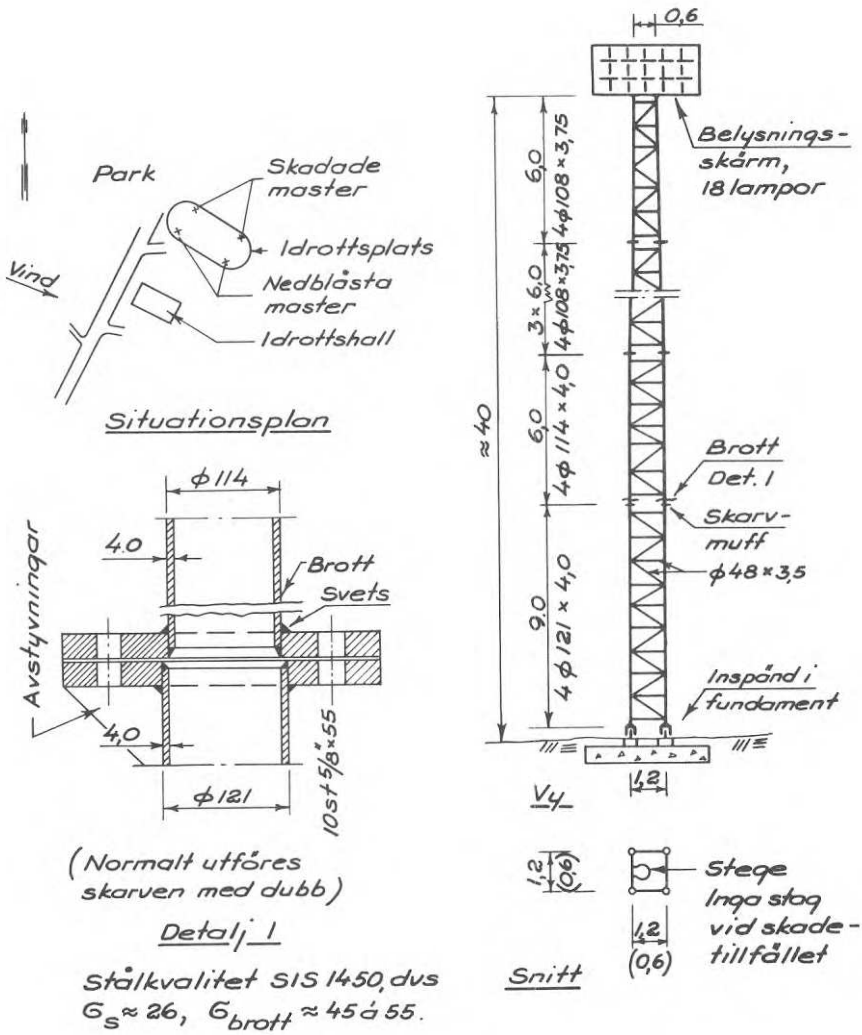
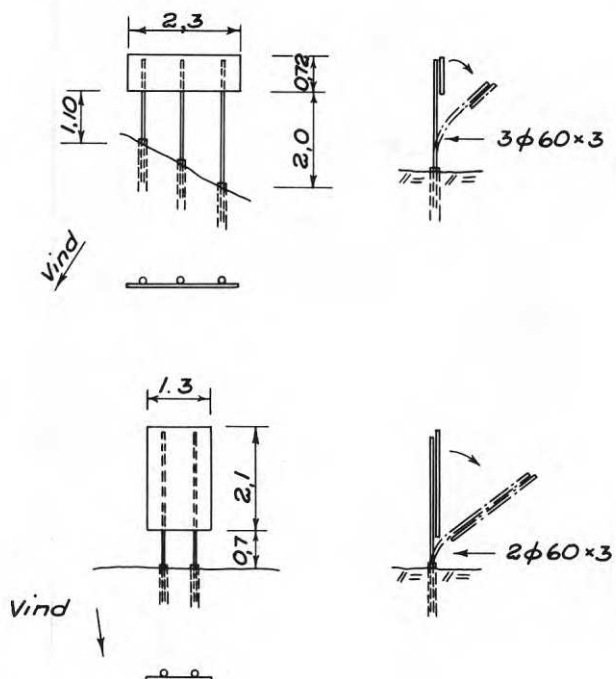


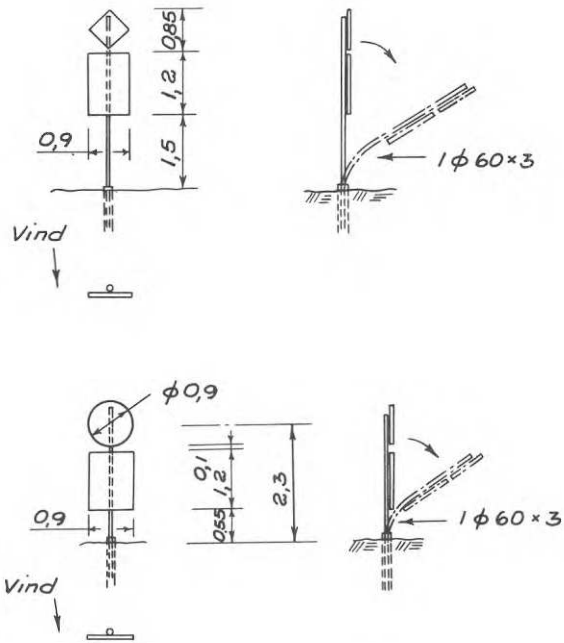
FIG. A33. Icke stagad belysningsmast utförd i stålfackverk brast.

Unbraced lighting mast constructed of steel girders failed.



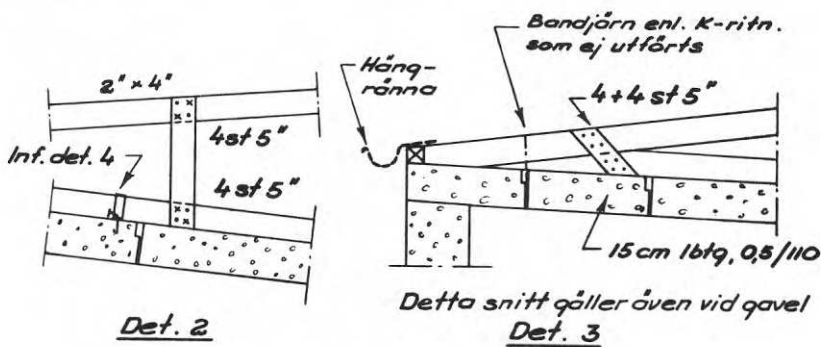
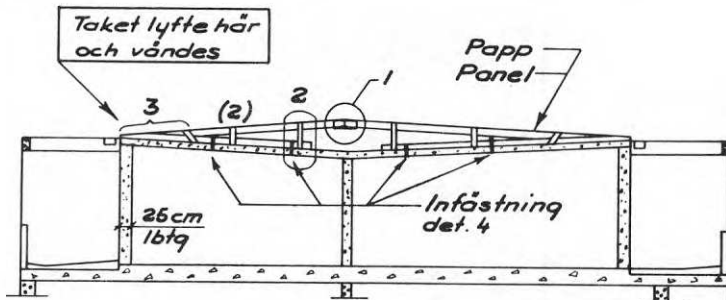
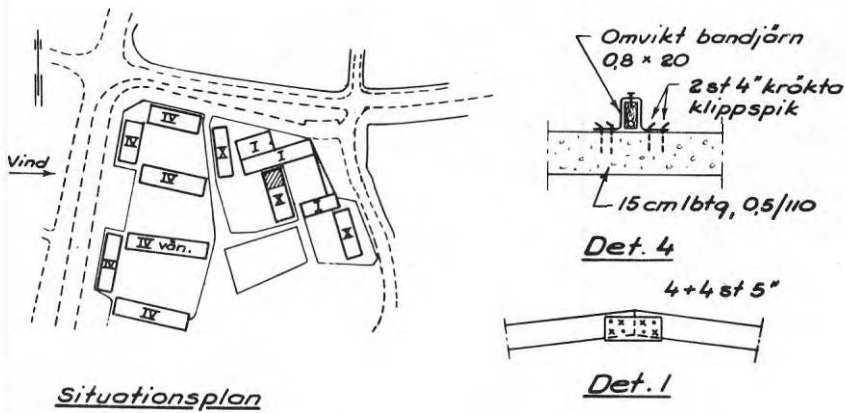
Vindhastighet 35 m/s  
 Beräknad påkänning ca 1300 resp. 3000 kp/cm<sup>2</sup>

FIG. A34. Vägschild med sammanhängande yta vek sig.  
 Road sign having continuous surface buckled.



Vindhastighet 35 m/s  
 Beräknad påkänning ca 5000 kp/cm<sup>2</sup>

FIG. A35. Vägs skylt med uppdelad yta vek sig.  
 Road sign having sectional surface buckled.



Byggnadsyta 14,5 x 55 m  
 Byggnadshöjd ca 29 m  
 Taklutning ca 7°  
 Byggnadsläge : vid kust, oskyddat

FIG. B1. Bandjärn brusto, klippspik drogos ur lättbetong. Förloppet visas i en bildserie i SDS den 23.9.69. Byggnaden konstruerades i november 1957, dvs. enligt BABS 1950, som gav dålig ledning. Förvarningen av en tidigare, begränsad stormskada hade blivit negligerad.

Steel strip failed, anchor nails pulled out of lightweight concrete. The sequence is shown in a series of pictures in SDS of 23.9.69.

The building was erected in November 1957, that is to say in accordance with BABS 1950, which stipulated very little. Earlier indications from limited storm damage had been neglected.



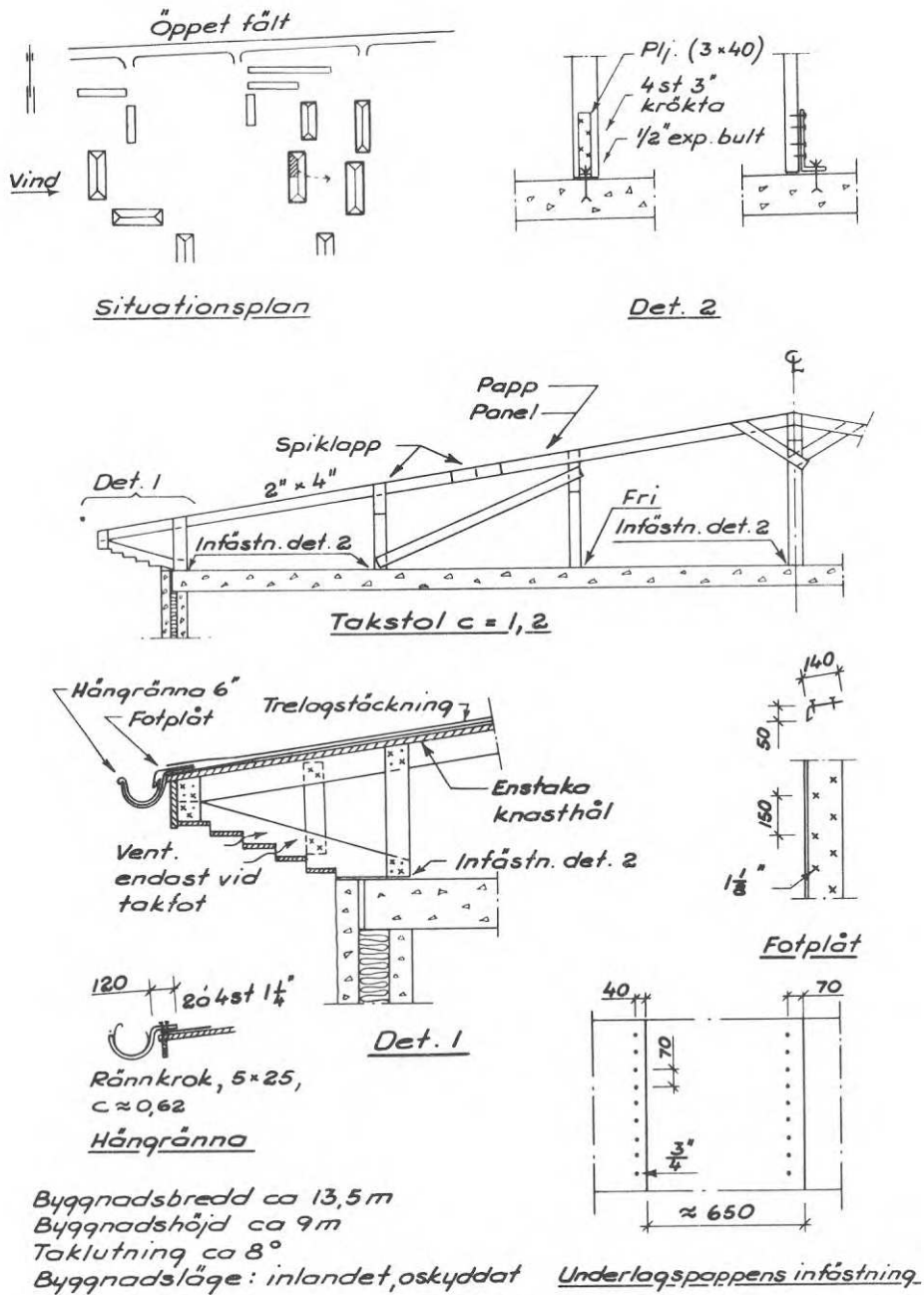
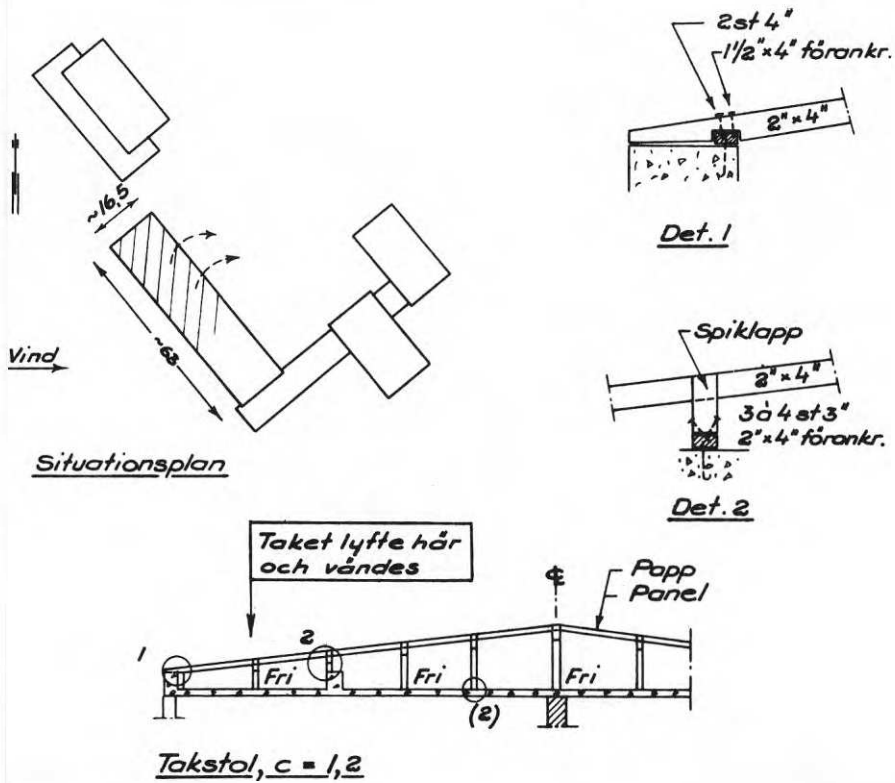


FIG. B2. Takpappen lyftes enligt iakttagelse dels av hängrännan med otillräcklig infästning genom spik i takpanelen, dels av luft genom knasthål.

According to observers roofing felt was lifted partly by the eaves gutter having insufficient anchorage through nailing into the boarding and partly by air through knot holes.



Byggnadshöjd ca 8,5

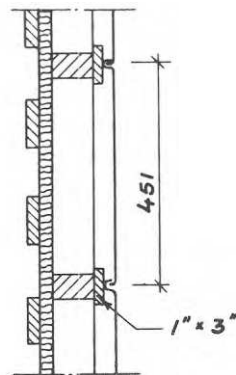
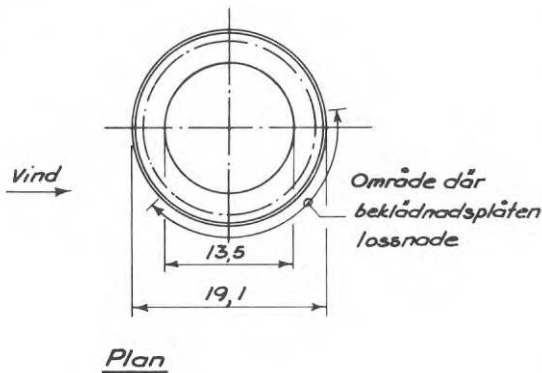
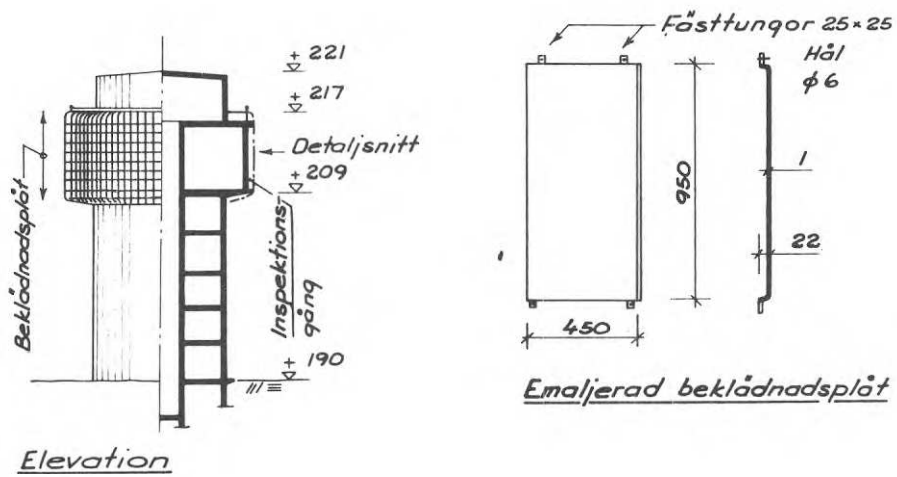
Taklutning  $7^\circ$

Byggnadsläge: vid kust, oskyddat

Vindhastighet 20 m/s

FIG. B3. Taket lyftes. Ritade stolpinfästningar med bandjörn voro bytta mot skråspik enligt detalj 2. Vid takfot utgjorde spik enda förankring. Byggnaden konstruerades i april 1962.

The roof was lifted. Strut fastenings drawn as steel strip were changed to anchor nailing as in detail 2. Nails were the only anchorage at eaves. The building was erected in April 1962.



Byggnadsläge: inlandet, oskyddat  
Vindhastighet 20 - 25 m/s

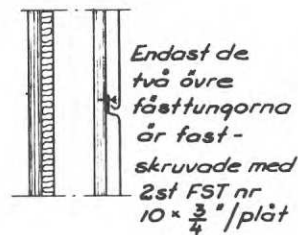
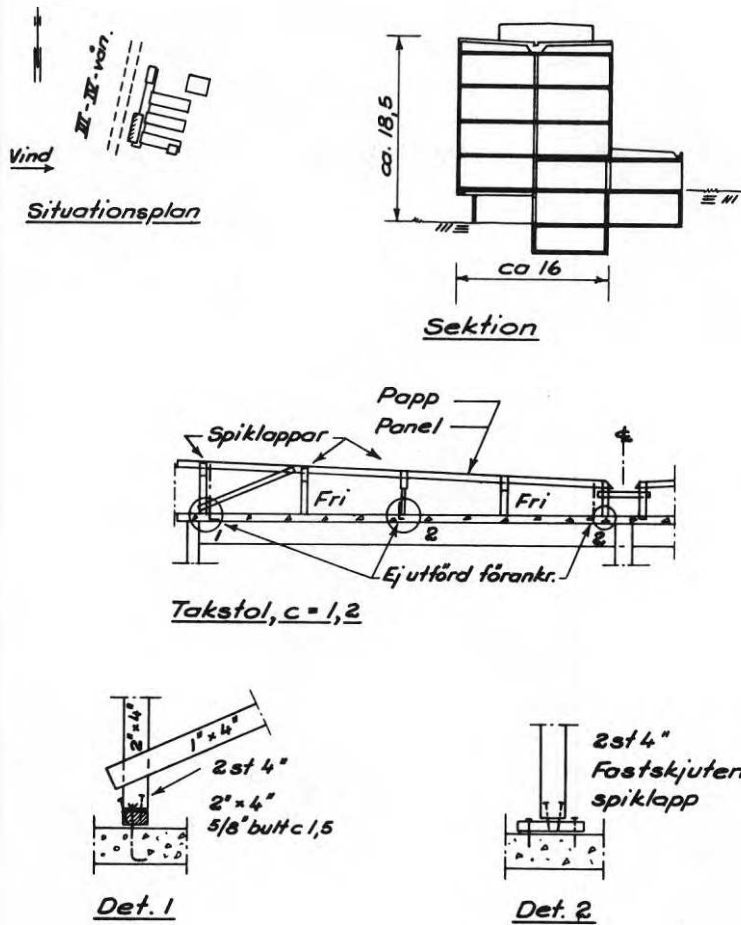


FIG. B4. Beklädnadsplåtarna sletos av och spredos. De voro fästa med per 95 x 45 cm 2 st. träskruvar  $\phi 5 \times 3/4$ " sittande till en del i torksprickor. Byggnaden konstruerades i maj 1956. BABS 1950 ger vindlasten 45 kp/skrub, som rimligen ger brott. SBN 67 antyder en mindre vindlast men har inte fallet rent.

Metal claddings were torn off and scattered. They were fastened in 95 x 45 cm squares with 2 No timber screws  $\phi 5 \times 3/4$ " partly seated in shrinkage cracks. The building was erected in May 1956. BABS 1950 indicates a wind load of 45 kp/screw which is a probable failure load. SBN 67 (Swedish Building Standard) implies a smaller wind load but the case has not been precisely defined.



Byggnadsyta ca 16 × 50 m  
 Byggnadshöjd 10 m  
 Taklutning ca 3°  
 Byggnadsläge: inlandet, oskyddat  
 Vindhastighet 20-25 m/s

FIG. B5. Halva taket lyftes. Byggnaden konstruerades i december 1963.

Ritade takstolsförankringar av bandjärn voro endels utelämnade endels bytta mot skråspik.

Half the roof was lifted. The building was erected in December 1963.

The steel strip anchorage of roof trusses which was drawn was partly omitted and partly changed to anchor nailing.

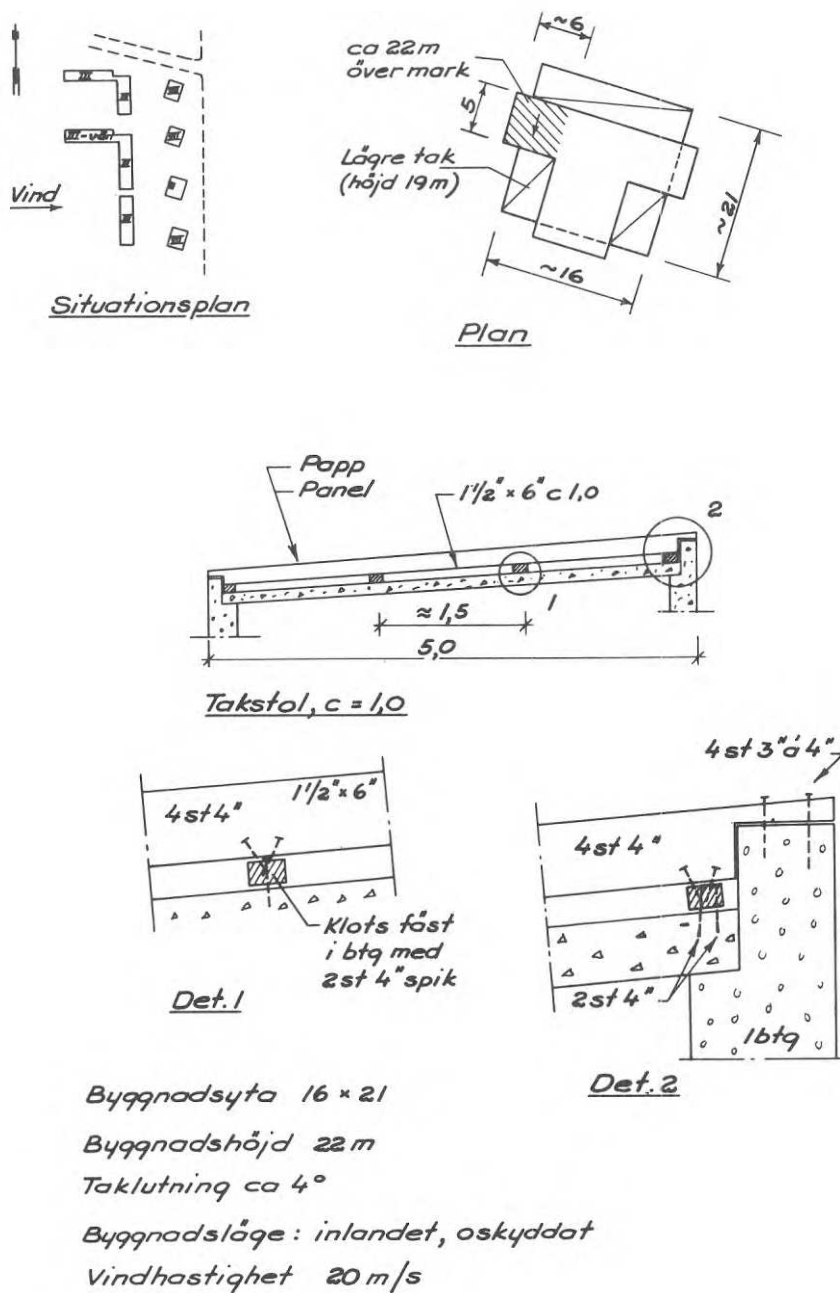


FIG. B6. En del av taket lyftes. Byggnaden konstruerades i maj 1960. Ritade förankringar av bandjárn voro bytta mot skråspik i klotsar, själva "fast" - spikade i färsk betong.

Part of the roof lifted. The building was erected in May 1960. The steel strip anchorage drawn was changed to anchor nailing into cleats, themselves "fixed" - nailed - into newly cast concrete.

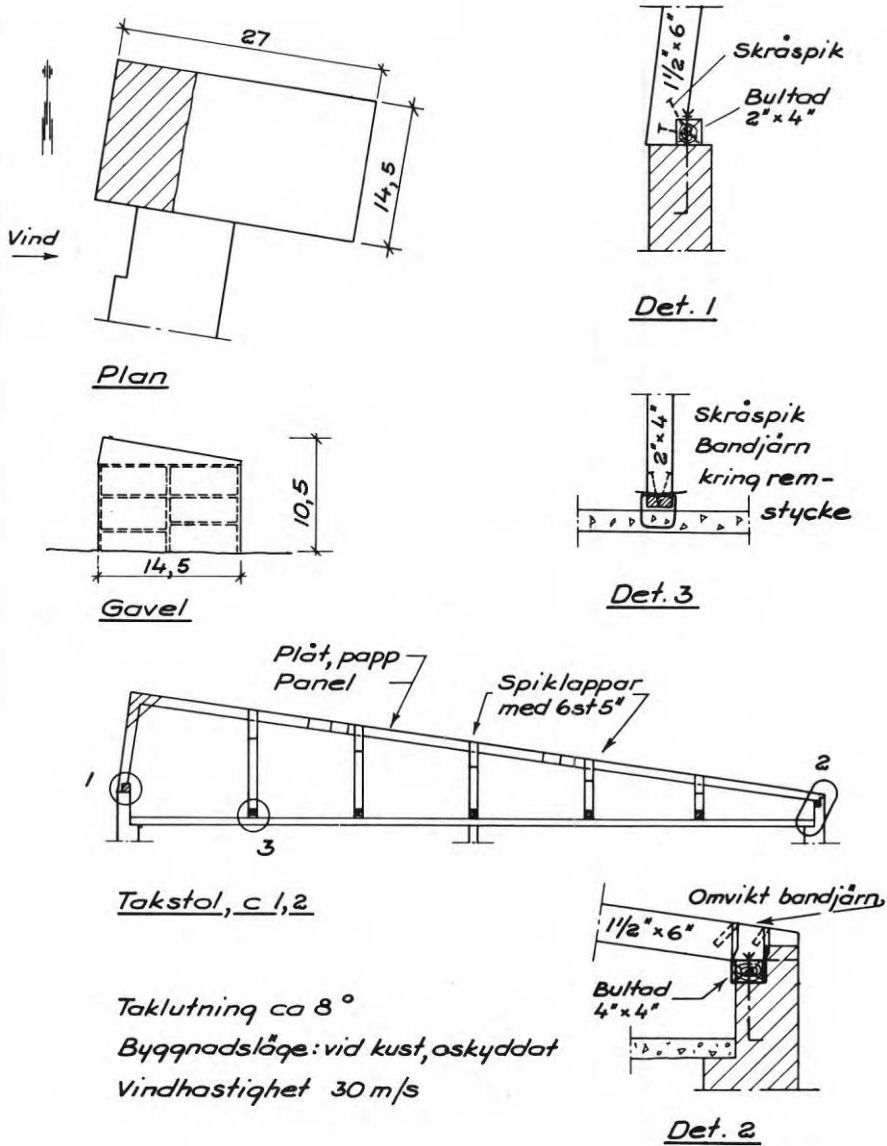


FIG. B7. Några takstolar vid gaveln lyftes. Byggnaden konstruerades i september 1953. Ritade förankringar av bandjärn vid takfoten voro bytta mot skråspik.

Some trusses near the gable lifted. The building was erected in September 1953. Steel strip anchorage at eaves drawn was changed to anchor nailing.



**R29: 1970**

**Denna rapport avser anslag nr C 477 från Statens råd för byggnadsforskning till Åke Holmberg, Lund**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Abonnemangsgrupp: k (konstruktion)**

**Pris: 14 kronor**