



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R25:1974

**Måttnoggrannhets-
studier på kvarteret
Garnisonen**

John van den Berg

Åke Lindberg

Tord Risberg

Byggforskningen

Måttnoggrannhetsstudier på kvarteret Garnisonen

John van den Berg, Åke Lindberg & Tord Risberg

Statens institut för byggnadsforskning har under ett antal år undersökt ett flertal byggnadsobjekts måttnoggrannhet. Syftet har varit att ge svensk byggnadsindustri underlag vid val av toleranser. Utan kännedom om de måttavvikelser som förekommer vid tillverkning och på byggplats samt de felkällor som leder till imperfektionerna, föreligger risken att man ställer krav som inte går att uppfylla. För såväl producent som konsument är det av ekonomisk betydelse att sätta de rätta toleranserna.

Nordens största kontorshus, i kvarteret Garnisonen på Östermalm i Stockholm, med långa serier av förtillverkade komponenter, gav många möjligheter att undersöka måttavvikelsernas storlek och de orsaker som ledde till de obser-

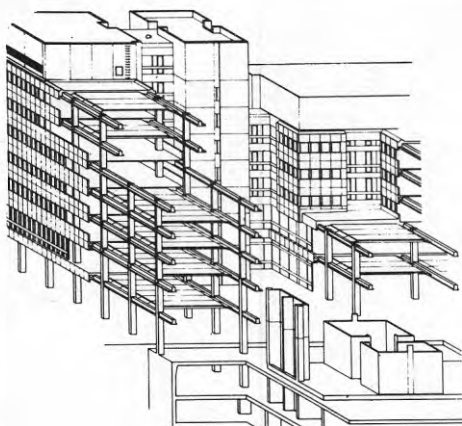


FIG. 1 Stommens uppbyggnad.

verade imperfektionerna. FIG 1 visar stommens uppbyggnad.

De fel som påverkar en byggnads geometriska kvalitet är:

- Tillverkningsfel
- Utsättningsfel
- Monteringsfel

Tillverkning

Med undantag av trapphustornen och de båda källarplanen består stommen av förtillverkade komponenter, pelare, balkar och TTK-plattor. De två sistnämnda tillverkningsavvikelse har mätts före montering.

Utsättning

Noggrannheten i primär- och sekundärnät, se FIG 2, har undersökts. Värdena har jämförts med svensk standard för utsättning, SIS 02 12 52-55.

Montering

Efter montering har komponenternas lägen och de inbördes avstånden mellan dessa uppmätts.

Redovisning

Redovisning av mätresultaten sker mestadels i form av grafiska framställningar, så kallade histogram, se FIG 3. Medelvärdet är det aritmetiska medelvärdet av de konstaterade avvikelserna. Det vanliga spridningsmålet i undersökningar av denna typ är standardavvikelsen S. Denna storhet anger att ungefär 68 procent av det undersökta materialet ligger på avståndet ett S till höger och vänster om medelvärdet. I

Bygghforskningen Sammanfattningar

R25:1974

Nyckelord:

toleranskrav, måttnoggrannhet, måttavvikelse, undersökning

Rapport R25:1974 hänför sig till forskningsprojekt 277 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har finansierats med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

UDK 725.23
621.753.1:69
69.054

SfB A
ISBN 91-540-2396-3

Sammanfattning av:

van den Berg, J, Lindberg, Å & Risberg, T, *Måttnoggrannhetsstudier på kvarteret Garnisonen*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R25:1974, 96 s., ill., 20 kr+moms.

Rapporten är skriven på svenska med sammanfattning på svenska och engelska.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08/24 28 60

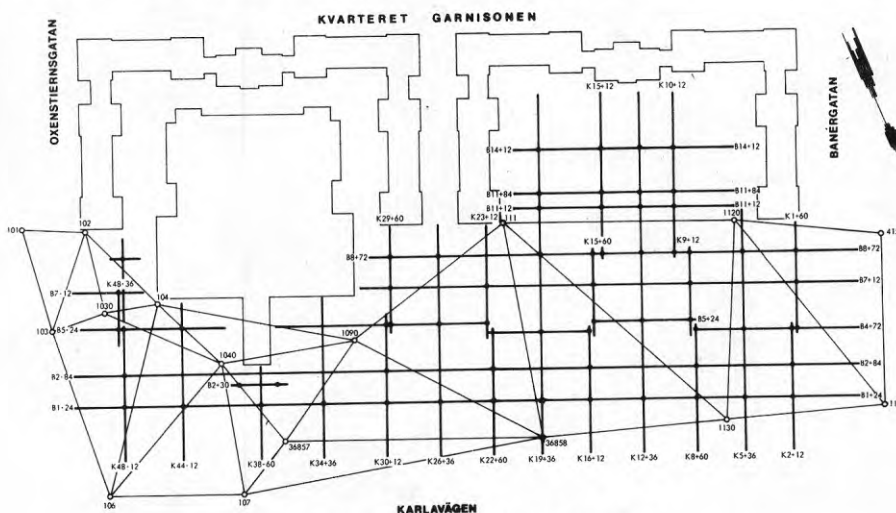


FIG. 2 Primär- och sekundärssystem.

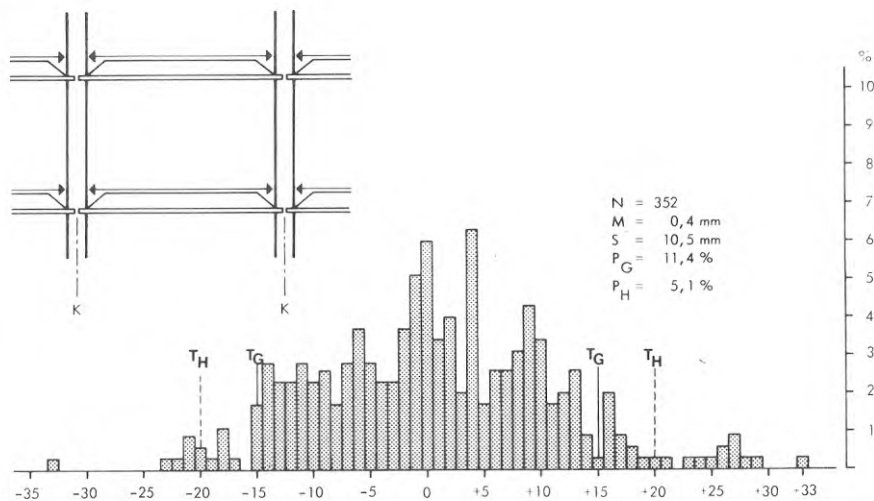


FIG. 3 Pelare: Avvikelse längs balk från basmått mellan pelare, mätt vid överkant bjälklag. Samtliga plan.

histogrammen har förekommande toleransgränser och de observationer som ligger utanför toleransgräns angivits. Som jämförelse har, där så varit möjligt, HusAMAs toleransklass 3 ritats in.

Vid redovisning av mätdata ges i rapporten först en beskrivning av respektive komponent. Tillverkningsavvikelse och utsättnings- och monteringsmetod. Därefter beskrivs och kommenteras de olika avvikelserna i läge och inbördes avstånd.

Nedan redovisas några resultat från undersökningen.

Pelare

Pelarnas läge i botten är inmätt i förhållande till sekundärsystemet.

Följande värden erhöles:

$M = 2,2 \text{ mm}$

$S = 7,9 \text{ mm}$

Det betyder att det systematiska felet är 2,2 mm, och att 68 procent av pelarna avviker mindre än 7,9 mm från medelvärdet. Dessa värden är till största delen beroende på skruvgruppens placering.

Pelarnas lodavvikelse är i balkriktningen

$S = 4,4 \text{ mm}$

och i riktningen tvärs balk

$S = 4,3 \text{ mm}$.

Båda avvikelserna är räknade över en våningshöjd (3,00 m).

Medelvärdet för avstånden mellan pe-

larna längs balk skiljer sig från värdet för tvärs balk.

Längs balk: $M = 0,4 \text{ mm}$

$S = 10,5 \text{ mm}$

Tvärs balk: $M = -9,3 \text{ mm}$

$S = 11,9 \text{ mm}$

Det innebär att stommen är något för smal.

Balkar

För balkarnas avvikelser i höjd med överkant är

$M = 9,2 \text{ mm}$

$S = 7,4 \text{ mm}$

Värdena visar den inverkan som avvi-

kelser vid tillverkning och montering ger.

TTk-plattor

Överhöjning mätt i underkant

$M = 18,4 \text{ mm}$

$S = 5,4 \text{ mm}$

gör att en stor del av plattorna överskrider toleransen.

Ovan angivna värden för balkar och TTK-plattor har inneburit följande höjdevvikelser

$M = 20,9 \text{ mm}$

$S = 8,9 \text{ mm}$

Dessa i förhållande till toleransen, höga värden medförde extraarbeten i form av nedslipning av plattornas översidor.

Stomkomplettering

Under detta kapitel redovisas fasadkomponenternas avvikelser samt rums-mått.

Allmänt

Kvarteret Garnisonens måttnoggrannhet avviker inte speciellt från andra undersökningar, som exemplet i tabell I visar. I vissa fall har man dock haft svårt att innehålla toleranserna, tex TTK-plattornas längd och överhöjning.

Generellt kan också sägas att stomkonstruktionen bidragit till svårigheter att uppfylla föreskrivna toleranser.

Undersökningen visar dessutom att avvikelserna i primär- och sekundärsystemet ligger inom de noggrannhetskrav som anges i svensk standard.

TABELL 1 Lutning per våning (mätlängd 3 meter).

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTAL AVVIKELSER		
	ANDRA OBJEKT		KV. GARNISONEN
	BETONG- PELARE	STÅL- PELARE	BÅDA RIKTNINGARNA
+ 3 mm	38 - 78 % *(m = 55 %)	8 - 64 % (m = 52 %)	48 %
+ 5 mm	15 - 48 % (m = 28 %)	2 - 44 % (m = 30 %)	25 %
+ 8 mm	2 - 26 % (m = 10 %)	1 - 22 % (m = 12 %)	6 %
+ 12 mm	0 - 9 % (m = 2 %)	0 - 6 % (m = 4 %)	0 %

* m = medelvärdet

Studies in dimensional accuracy on the "Garnisonen" building site

John van den Berg, Åke Lindberg & Tord Risberg

The National Swedish Institute for Building Research has been conducting investigations into the dimensional accuracy of a number of buildings for several years. The object has been to provide guidance for the Swedish building industry in the choice of tolerances. If there is insufficient knowledge of the dimensional deviations which occur in the course of manufacture and on the site, and of the likely sources of error, there is a risk that the requirements stipulated cannot be complied with. From the point of view of both the producer and the consumer, specification of the correct tolerances is of economic significance.

The largest office building in the Nordic countries, the town block "Garnisonen" in the Östermalm district of Stockholm, with its long runs of prefabricated components, provided ample opportunities for the investigation of the sizes of

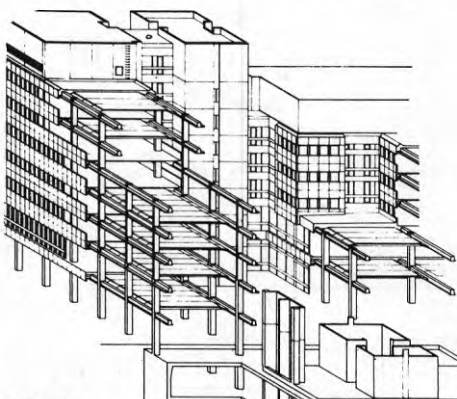


FIG. 1 Typical layout of the frame

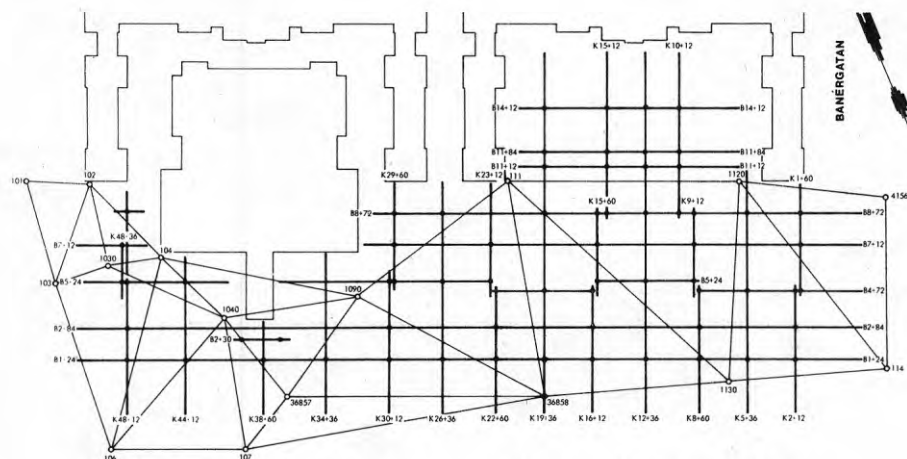


FIG. 2 Primary traverse and secondary grid lines.

dimensional deviations and of the reasons leading to the imperfections observed. The layout of the frame is shown in FIG 1.

The errors which affect the geometrical quality of a building are

- Manufacturing errors
- Setting out errors
- Assembly errors

Manufacture

With the exception of the staircase towers and the two basement storeys, the loadbearing frame consist of prefabricated components such as columns, beams and double-tee floor cassettes. The last two of these had been measured prior to assembly.

Setting out

The accuracy in the primary and setting out grids, see FIG 2, has been investigated. The values have been compared with Swedish Standards relating to setting out, SIS 02 12 52-55.

Assembly

The positions of the components and the distances between them were measured after they had been placed.

Description of results

The results of measurements are in most cases described graphically in the form of histograms, see FIG 3.

The mean value is the arithmetical mean of the observed deviations. The most common measure of the scatter in investigations of this type is the standard deviation S. This indicates that

National Swedish Building Research Summaries

R25:1974

Key words:

tolerance requirements, dimensional accuracy, dimensional deviation, investigation.

Report R25:1974 refers to research project 277 at the National Swedish Institute for Building Research. The project was financed with a grant from the Swedish Council for Building Research.

UDC 725.23
621.753.1:69
69.054
SfB A
ISBN 91-540-2396-3

Summary of:

van den Berg, J, Lindberg, Å & Risberg, T, *Måttnoggrannhetsstudier på kvarteret Garnisonen*. Studies in dimensional accuracy on the "Garnisonen" building site. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R25:1974, 96 p., ill., 20 Sw.Cr.

The report is in Swedish with summaries in Swedish and English.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

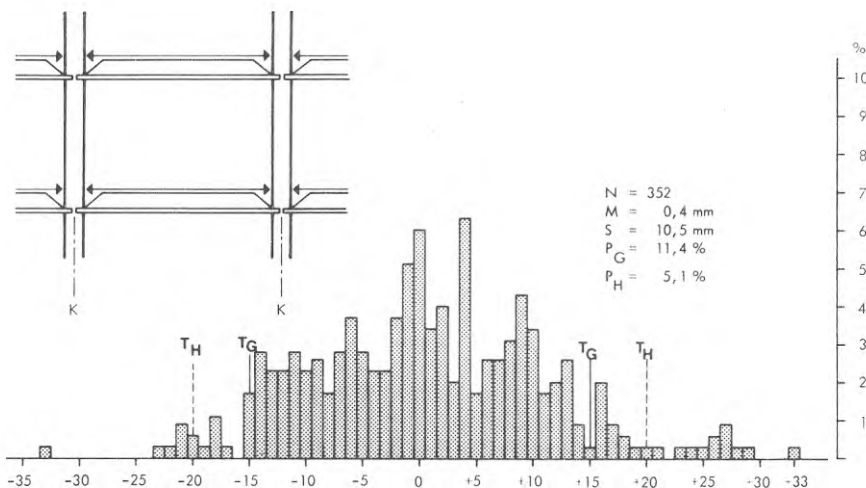


FIG. 3 Columns: Deviation in the direction of the beam from basic dimension between columns, measured at the top of the floor slab. All floors.

about 68 % of the investigated material is situated within a range with its extreme points at distances S to the right and left of the mean. In the histograms the applied tolerance limits and the observations which are outside these tolerance limits, have been given. When this has been possible, tolerances class 3 in HusAMA (Standard Specifications for Materials and Workmanship in Building Construction) has inserted.

In giving details of the measurement data, the report first gives a description of the component concerned, its manufacturing deviation and the setting out and assembly method employed. The different deviations in position and relative spacing are then described and commented on.

The results of some of the measurements are given below.

Columns

The position of a column at the base is measured in relation to the setting out system. The following values were obtained.

$M = 2.2$ mm

$S = 7.9$ mm

This means that the systematic error is 2.2 mm, and that 68 % of the columns deviate less than 7.9 mm from the mean. These values are mostly dependent on the placing of the bolt group.

The deviation of the columns from verticality in the direction of the beams is

$S = 4.4$ mm

and in the direction transverse to the beams,

$S = 4.3$ mm

Both these deviations are calculated

over one storey height (3.00 m).

The mean value for the spacing of the columns along the beams is different from the value transverse to the beams.

Along the beams,

$M = 0.4$ mm

$S = 10.5$ mm

Transverse to the beams,

$M = -9.3$ mm

$S = 11.9$ mm

This means that the frame is a little too narrow.

Beams

The deviation in the levels of the beams at the tops of the beams is given by

$M = 9.2$ mm

$S = 7.4$ mm

These values demonstrate the influence due to deviations in manufacture and assembly.

Double-tee cassettes

For the camber measured at the bottom,

$M = 18.4$ mm

$S = 5.4$ mm

which means that a large number of these cassettes exceed the tolerance limits.

Owing to the above values for the beams and the cassettes, the deviations in level have been

$M = 20.9$ mm

$S = 8.9$ mm

Owing to these values which are high in relation to the specified tolerances, a large amounts of extra work had to be done in grinding down the tops of the cassettes.

Non-loadbearing components

The deviations of the facade components and the dimensions of the rooms are described in this chapter.

General

As will be seen from the examples in Table 1, the dimensional accuracy of the cityblock "Garnisonen" is not very different from that obtained in other investigations. In some cases it was however difficult to keep within the tolerances, e.g. regarding the camber of the floor cassettes and their length.

Generally speaking, the nature of the frame system has also contributed to the difficulty in complying with the specified tolerances.

The investigation also shows that the deviations in the primary and setting out system are within the accuracy requirements laid down in Swedish Standards.

TABLE 1. Verticality of columns per 3,000 metre height.

DEVIATIONS LARGER THAN	NUMBER OF DEVIATIONS		
	OTHER STUDIES		GARNISONEN
	CONCRETE COLUMNS	STEEL COLUMNS	CONCRETE COLUMNS IN TWO PERPENDICULAR DIRECTIONS
+ - 3 mm	38 - 78 % *(m = 55 %)	8 - 64 % (m = 52 %)	48 %
+ - 5 mm	15 - 48 % (m = 28 %)	2 - 44 % (m = 30 %)	25 %
+ - 8 mm	2 - 26 % (m = 10 %)	1 - 22 % (m = 12 %)	6 %
+ - 12 mm	0 - 9 % (m = 2 %)	0 - 6 % (m = 4 %)	0 %

*m = mean value

Rapport R25:1974

MÅTTNOGGRANNHETSSTUDIER PÅ KVARTERET GARNISONEN

Undersökning utförd vid byggandet av ett kontorshus för statliga verk på Östermalm i Stockholm

STUDIES IN DIMENSIONAL ACCURACY ON THE "GARNISONEN" BUILDING SITE

Study conducted during construction of office complex to house central agencies in the Östermalm district of Stockholm

John van den Berg
Åke Lindberg
Tord Risberg

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-540-2396-3

LiberTryck Stockholm 1974

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		sid
	INLEDNING	6
1	BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGEN	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	7
1.3	Uppläggnig	8
2	OBJEKTSBESKRIVNING	8
2.1	Situationsplan	8
2.2	Konstruktionssystem	10
2.3	Planlösning	10
2.4	Stomkomplettering	11
2.5	Tidplan	11
2.6	Byggnadsentreprenör	12
2.7	Mätning sväsendet på byggplatsen	12
2.8	Referenssystem	12
2.8.1	Modulnät	12
2.8.2	Nollinjenät	13
2.9	Toleranser	13
3	METODIK VID REDOVISNING AV MÄTDATA	16
4	UTGÅNGSPUNKTER FÖR UTSÄTTNING	18
4.1	Primärpunkter i plan	18
4.2	Sekundärpunkter i plan	19
4.2.1	Upplodning av sekundärpunkter i plan	19
4.3	Primär- och sekundärpunkter i höjd	20
4.4	Noggrannhet	20
4.4.1	Noggrannhet hos primärpunkter i plan	20
4.4.2	Noggrannhet hos sekundärpunkter i plan	24
4.4.3	Noggrannhet vid upplodning av sekundärpunkter	27
4.4.4	Noggrannhet hos sekundärpunkter i höjd	28
5	MÄTDATA FRÅN PLATSGJUTNA DELAR	28
5.1	Skruvgrupper	28
5.2	Trapphustorn	30
5.3	Konsoler	33
6	MÄTDATA FRÅN MONTERAD STOMME	34
6.1	<u>Pelare</u>	34
6.1.01	Beskrivning av pelare	34
6.1.02	Tjockleksavvikelse	35
6.1.03	Beskrivning av mätning arbete i samband med montering och lodning	36
6.1.04	Lägesavvikelse i botten	37
6.1.05	Lägesavvikelse i toppen	38
6.1.06	Lutning hela pelaren (17,150 m)	39
6.1.07	Lutning per våning	41
6.1.08	Avstånd mellan pelare	42
6.1.09	Vridning pelare	44
6.1.10	Faktorer som bidragit till pelarnas avvikelse	45

6.2	<u>Balkar</u>	46
6.2.01	Beskrivning	46
6.2.02	Tillverkningsavvikelser	47
6.2.021	Längdavvikelser	47
6.2.022	Breddavvikelser	48
6.2.023	Upplagstjocklek	49
6.2.03	Utsättning och monteringsmetod	50
6.2.04	Höjdavvikelser	53
6.2.041	Underkant balkände	53
6.2.042	Överkant balkände	53
6.2.043	Underkant balkmitt	54
6.2.044	Överkant balkmitt	55
6.2.05	Vridning	55
6.2.06	Lutning	56
6.2.07	Överhöjning undersidan	57
6.2.08	Fogsprång underkant balk	57
6.2.09	Fogsprång överkant balk	58
6.2.10	Fog mellan balkar och pelare	58
6.2.11	Läge i sida	59
6.3	<u>TTk-plattor</u>	60
6.3.1	Beskrivning	60
6.3.2	Tillverkningsavvikelser	60
6.3.21	Längdavvikelser	60
6.3.22	Breddavvikelser	62
6.3.3	Utsättning och monteringsmetod	62
6.3.4	Monteringsavvikelser	63
6.3.41	Avvikelse i höjd vid underkant upplag	63
6.3.42	Avvikelse i höjd vid överkant upplag	64
6.3.43	Avvikelse i höjd vid överkant mitten	64
6.3.51	Överhöjning underkant	65
6.3.52	Överhöjning överkant	65
6.3.61	Fogsprång, underkant vid upplag	66
6.3.62	Fogsprång, överkant vid upplag	67
6.3.63	Fogsprång underkant vid mitten	68
6.3.64	Fogsprång överkant vid mitten	68
6.3.71	Fogar mellan balkar och TT-kassetter	68
6.3.72	Fogar mellan bjälklagsplattor	70
6.4	<u>Faktorer som påverkat bjälklagets läge i höjd</u>	71
7	MÄTDATA FRÅN STOMKOMPLETTERINGEN	73
7.1	<u>Fasaden</u>	73
7.1.01	Beskrivning	73
7.1.02	Utsättning och montering	75
7.1.03	Läge i sida	76
7.1.04	Läge i höjd	77
7.1.05	Fogsprång i sida	78
7.1.06	Fogsprång i höjd	78
7.1.07	Fogsprång mellan intilliggande plan	79
7.1.08	Lutning	80
7.1.09	Skevhet	81
7.1.10	Fogar	82

7.2	<u>Rumsdimensioner</u>	83
7.2.1	Beskrivning av kontorsrum	83
7.2.2	Längd vid golv och tak	84
7.2.3	Bredd vid golv och tak	85
7.2.4	Rumshöjd	86
8	Sammanfattning	87
9	Litteraturförteckning	91

INLEDNING

Den 10.12 1969 uppdrog Kungl. Byggnadsstyrelsen (KBS) åt Statens institut för byggnadsforskning (SIB) att utföra mått- och produktionsstudier på Kv Garnisonen i Stockholm.

Huvudsyftet med denna kombinerade studie var att utreda sambandet mellan "måttavvikelse och produktion", dvs de ekonomiska konsekvenserna av en bristfällig geometri. Man kan t ex tänka sig att snäva toleranser dels kan ge större tillverkningskostnader, dels kan medföra en besvärlig montering av element. Allt för generös tolerans, å andra sidan, skulle således innebära att tillverknings- och monteringskostnaderna blir relativt låga men i gengäld resulterar i ett omfattande efterarbete vid behandling av t ex för stora fogar, ojämna golvytor o d. Någonstans mellan dessa båda extrema fall, för små eller för stora toleranser, (m a o mellan en felfri och en slarvig behandling av mått) torde den optimala toleranssättningen ligga.

Studierna ingår i ett större arbete som syftar till att få fram realistiska toleranser inom byggbranschen.

Resultatet av SIB:s undersökningar på objektet i Kv Garnisonen redovisas i tre delar:

1. måttnoggrannhet
2. produktionsuppföljning
3. inverkan av måttavvikelser på produktionskostnader.

I föreliggande rapport behandlas enbart måttnoggrannhetsstudiens resultat. Denna studie kan betraktas som en fortsättning av tidigare undersökningar i Farsta (rapport R 18:1971).

Måttstudierna har gjorts inom SIB:s ämnesgrupp för byggnads-ekonomi och produktionsanalys. Utredningsmän har varit tekn lic John van den Berg (projektledare) och ingenjör Åke Lindberg biträdda av ingenjör Tord Risberg. Vid mättningsarbetet på byggplatsen och bearbetning av mätdata har även medverkat ingenjör Jörgen Abrahamsson och ingenjör Tomas Fredriksson. Figurerna har ritats av fru Agnetha Cederroth. Produktionsuppföljningen har letts av ingenjör Gösta Andersson.

1 BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGEN

1.1 Bakgrund

Vid industriellt byggande ställs betydligt större krav på mått-
noggrannhet än vid traditionellt byggande. I det senare uppstår
endast smärre justeringsproblem då byggnadsdelar inte är väl an-
passade eller då primitiva mätmetoder använts vid utsättning.
Vid tillverkning av större element, vid utsättning av monte-
ringslinjer kan emellertid måttavvikelser tillåtas endast inom
strängt uppställda ramar - toleranser. I annat fall kan farliga
belastningssituationer, otätheter och estetiska defekter uppstå,
det färdiga rummets dimensioner kanske inte kan tillgodose be-
ställarens anspråk etc. En otillfredsställande måttnoggrannhet
kan också medföra omfattande leveransförseningar.

Såväl vid ett industrialiserat byggande som vid ett mera tradi-
tionellt gäller att toleranser är till för bland annat:

- att säkerställa statiska och byggnadstekniska krav
- att säkra funktionella krav
- att uppfylla krav från brandsäkerhetssynpunkt
- att underlätta stomkompletteringen och andra efterarbeten
- att tillgodose estetiska krav
- att med tanke på att i en framtid kunna byta ut den gamla
stomkompletteringen mot en ny förtillverkad (flexibel
planlösning vid ändringar i lokaldisposition)
- att klargöra en ekonomisk ansvarsfördelning mellan beställare
och entreprenör.

Eftersom varje grad av måttnoggrannhet är kopplad till en viss
plats på en kostnadsskala (dvs ju finare måttnoggrannhet desto
högre kostnader) är problemet att genom en optimeringsprocess
hitta de toleranser som är statistiskt försvarbara, hanterbara för
den genomsnittliga yrkesmannen, ekonomiskt rimliga samt godtag-
bara för beställarens geometriska krav.

1.2 Syfte

För att kunna uppställa toleranser är det nödvändigt att få kun-
skaper om de orsaker som leder till måttavvikelserna. Utan dessa
kunskaper föreligger risken för att man ställer upp toleranser
som inte svarar mot de praktiska möjligheterna.

Syftet med den måttstudie som har gjorts i Kv Garnisonen var att
i första hand redovisa måttavvikelserna, men även söka klarlägga
de felkällor som förorsakar måttavvikelser i byggnadens stomme,
dvs byggplatsavvikelsen.

Felkällorna är:

1. Tillverkningsfel, dimensions-, riktnings- och formavvikelser
hos platsgjutna och fabriksstillverkade element
2. Utsättningsfel, fel i metoder och instrument som använts
vid utsättning av mått
3. Monteringsfel, ett elements avvikelse från sitt - genom ut-
sättning - angivna läge.

Det större arbete som bedrivs av SIB:s projekt 270 "Måttnoggrannhet, toleranser, utsättning och kontrollmätning" för att klargöra från ekonomisk synpunkt lämpliga avvägningar av toleranser vid svenskt monteringsbygge innefattar därför dels måttstudier med hjälp av geodetiska och mekaniska mätmetoder, dvs man kartlägger byggnadens och de ingående elementens geometriska kvalitet, dels tidmätning och metodstudier på själva uppförandet av huset genom vilket utvärdering av mått kan göras. Dessa senare mätningar har i huvudsak skett på byggplats och omfattar både stommontering och stomkomplettering och har utförts inom SIB:s projekt 269 "Produktivitetsanalyser". Resultatet av produktionsstudien redovisas i Rapport R 39:1973, "Montering och komplettering av betongstomme för kontorsbyggnad - produktionsdata".

1.3 Uppläggning

Datinsamlingen såväl på arbetsplatsen som på fabrik har utförts av SIB. Mätvärdenas bearbetning, sammanställning och utvärdering har även utförts av SIB. Ca 30 % av den prefabricerade byggnaden har mätts. På fabrik har mätning av betongelement utförts på balkar och TTK-plattor.

Vid stomkompletteringen har fasaden och rumsvolymer studerats.

SIB:s tidigare studier i Farsta bestod dels av en produktionsuppföljning, dels av en måttnoggrannhetsstudie. Dessa studier var ett första försök att klarlägga sambanden mellan måttnoggrannhet och produktion.

Vid studierna på Kv Garnisonen har de båda delarna - måttnoggrannhet och produktion varit fastare förbundna till varandra än vad fallet var i Farsta. Måttstudierna redovisar måttavvikelser vid produktion och montering medan produktionsstudier utreder de produktionstekniska konsekvenser av måttavvikelser. Härvid skulle man då även få en möjlighet till bedömning av hur pass realistiska de givna toleranserna var.

Mätningarna har utförts med hjälp av geodetiska och mekaniska mätinstrument. Vid bearbetning av mätvärdena har det visat sig att mätmetodernas medelfel var små i förhållande till de observerade måttavvikelserna. Någon korrigering för mätfel behövdes därför inte göras.

2 OBJEKTBESKRIVNING

2.1 Situationsplan

Byggandet av ett kontorshus för flera statliga verk i Kv Garnisonen på Östermalm är ett resultat av utredningen "Huvudstad" som KBS lade fram år 1964. Den visade statsförvaltningens lokalbehov i Stockholm för 10-årsperioden 1964-73.

Den nya byggnaden består i stort av tre parallella kontorslängor med tvärgående kommunikationszoner. Detta "Nordens största kontorshus" med en ca 350 m lång fasad mot Karlavägen är granne till FOA:s höga skivhus och de gamla Göta och Svea Livgardes kaserner vid Banérgatan och Linnégatan (FIGUR 1).

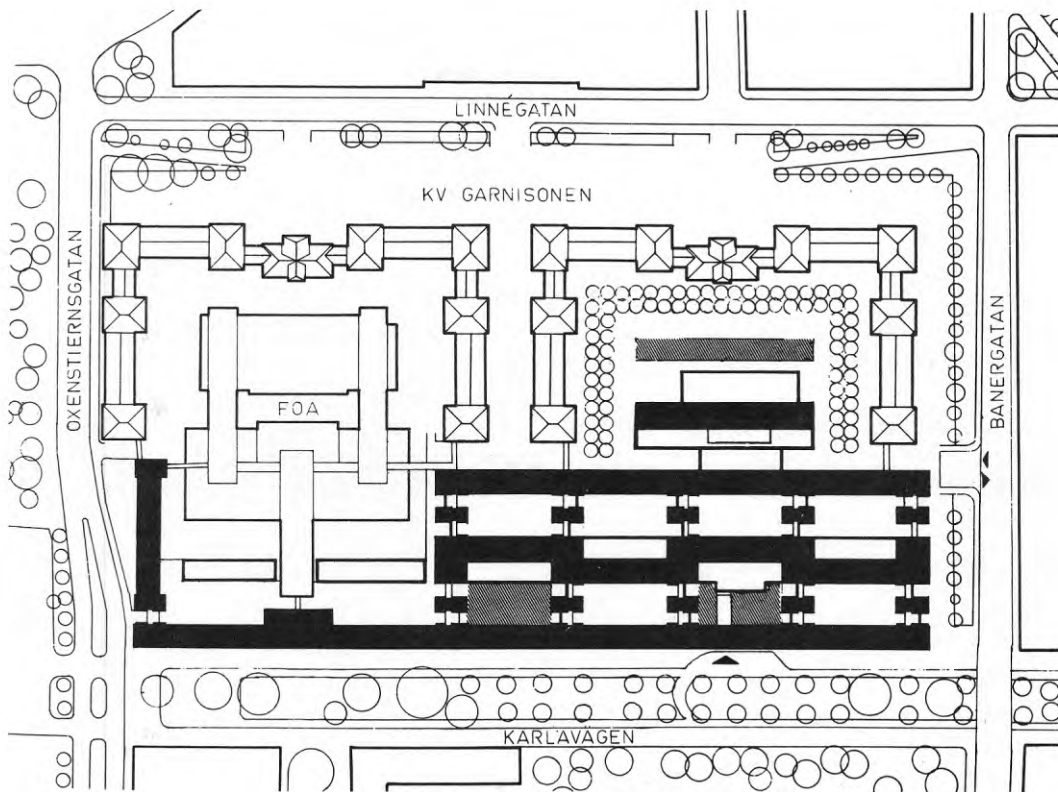


FIG. 1 Kvarteret Garnisonen
The block Garnisonen

Kostnaderna uppskattades till ca 200 milj. kronor i 1969 års penningvärde.

Byggnadsvolymen är 481 000 m³.

I FIGUR 2 anges de delar av objektet på vilka mått och produktionsstudierna har utförts.

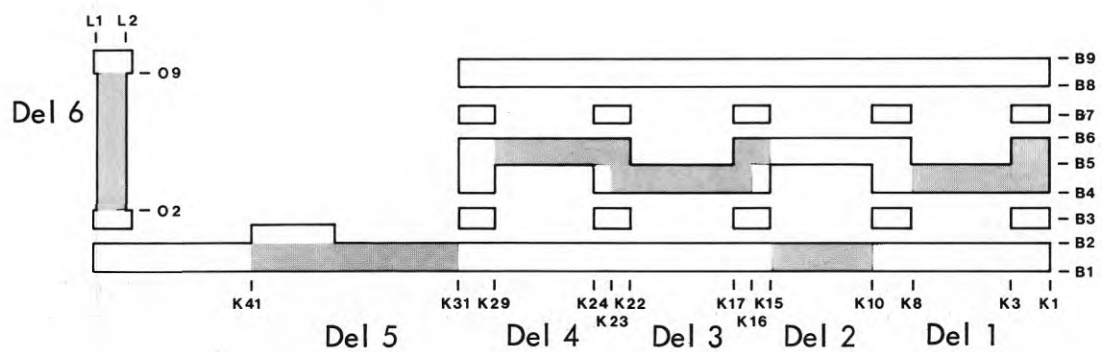


FIG. 2 Plan över studerade delar (skuggade)
Plan of the parts studied (shaded)

2.2 Konstruktionssystem

Huset är till stor del uppbyggt av förtillverkade komponenter. De två källarna är dock av stabilitets- och produktionsskäl platsgjutna. Den monterade stommen har stabiliserats av platsgjutna torn och schakt. Tornen innehåller hissar, toaletter, elschakt och ventilationskanaler. Centrumavstånden mellan tornen är 504 M.

Modulmättet på stommen är 72M x 96M, dvs lika med pelarindelningen. Pelarna är maximalt fem våningar höga. I block över fem våningar har skarvpelare monterats.

Pelarna har i den korta riktningen förbundits med "soff-balkar". På den yttre hyllan har fasadelementen monterats. I den långa riktningen är pelarna förbundna med 24M breda TTK-kassetter. FIGUR 3 visar konstruktionssystemet.

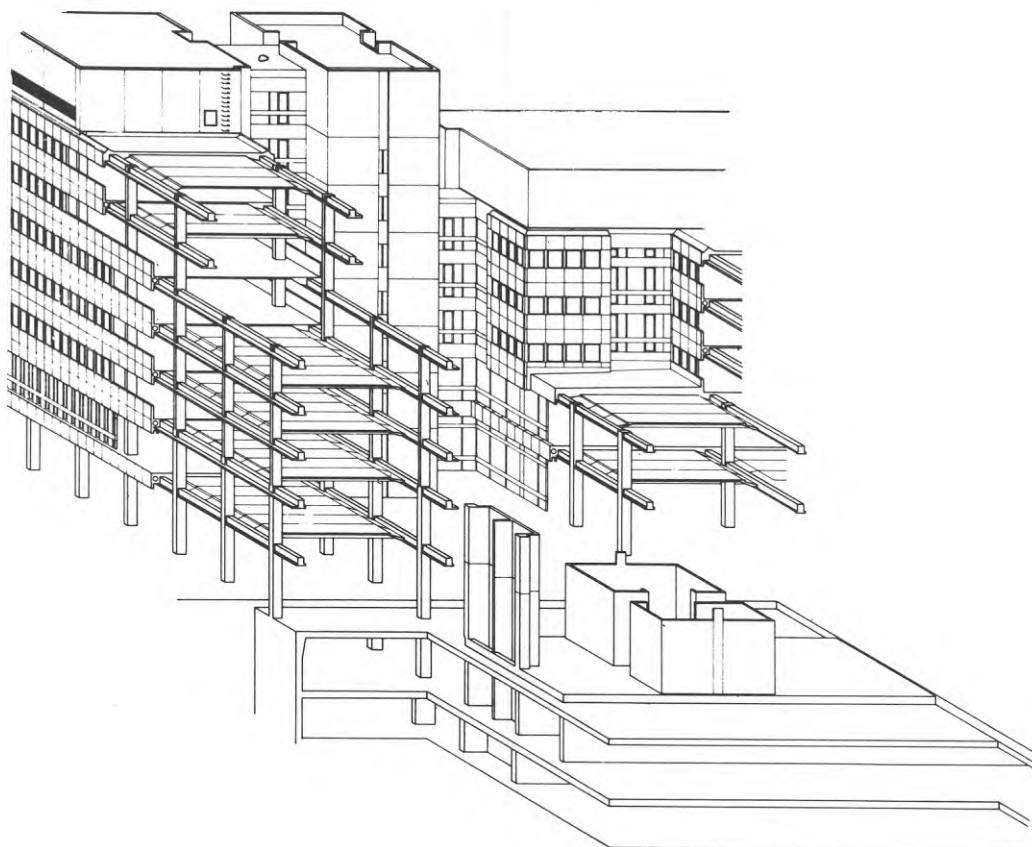


FIG. 3 Konstruktionssystemet
The construction system

2.3 Planlösningen

Byggnaden är uppdelad i ett antal enheter med olika funktioner som är grupperade kring gårdar och som är inordnade i ett stor-modulnät med maskvidden 72M x 96M. Varannan gård är överbyggd i två våningar.

Ramper leder ner i de båda källarvåningarna. Här finns möjlighet till bilparkering.

Bottenvåningen och den första våningen innehåller hörsalar, matsal, fritidslokaler och andra försörjningsenheter samt fem kontorslandskap med ca 900 arbetsplatser.

För ungefär 2 500 personer finns det högre upp i huset konventionella kontorsrum. Mellanväggarna i kontorslängorna är flyttbara.

Tornen innehåller hissar, elledningar, ventilationskanaler, toaletter och vilrum.

Nyttjare av lokalerna bestämdes på ett sent stadium av projekteringen, vilket ledde till ett generellt utförande med krav på spännvidder, funktion och kommunikationer för en senare fördelning mellan cellkontor, kontorslandskap och samlingslokaler.

2.4 Stomkomplettering

Fasadelementen har monterats på balkarnas yttre hyllor och består av en trästomme utvändigt beklädd med Hardoxal-behandlad aluminiumplåt och invändigt med lackerad hård träfiberskiva.

Utrymmet på den yttre hyllan - mellan fasad och balk - utnyttjas av en plåtkanal för transport av luft och varmvatten till kontorsblocken. Kanalen, som täcks med en spånskiva under golvmattan, matas från vertikalschakten i tornen.

I bottenvåningen består fasaden nästan bara av glas.

De flyttbara mellanväggarna består av en stålstomme med träfiberskivor på var sida och ett brandhämmande skikt under ytfärgen.

Väggarna i de ca 310 m långa korridorerna är delade i färgsektioner.

Kontorsrummens tak är obehandlade, dvs TT-kassetternas undersida är synlig. Endast i några få fall var det från hygienisk eller akustisk synpunkt nödvändigt att förse kassetterna med ett undertak.

I korridortak finns endast el-rännor av galvaniserad plåt samt lysrörsarmatur.

TT-kassetternas översida behandlades med ett ytavjämnande skikt av 5-30 mm plastbetong. Golvbeläggning i kontorsrum och korridorer utgörs av heltäckande mattor. I andra utrymmen används en annan ändamålsenlig golvbeläggning, t ex röd klinker i entrén och matsalen.

2.5 Tidplan

FIGUR 4 visar huvudtidsplanen. Den långa projekteringstiden berodde på att projekteringsarbetet även innehöll upprättandet av stadsplanen för norra delen av Kv Garnisonen.

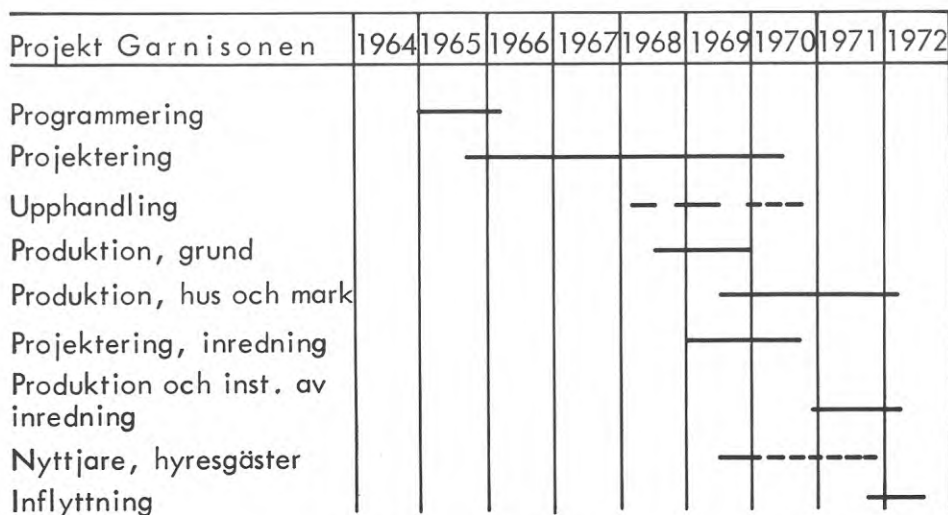


FIG. 4 Huvudtidplan
The principal time schedule

2.6 Byggnadsentreprenör

Entreprenör för grundarbetena har varit Svenska Vägaktiebolaget. För uppförandet av hus och mark beslöt KBS att anlita sig av en generalentreprenör (GE). Parallellt härmed upphandlade KBS vissa underentreprenader såsom för prefabstomme och installationer och överlät dessa till GE. Generalentreprenör har varit Svenska Industribyggen AB (SIAB).

2.7 Mätningväsendet på byggplatsen

Byggherren har svarat för upprättandet av stomnät i plan och höjd runt arbetsplatsen. Från stomnätet har det nollinjenät (baslinjenät) varifrån all måttsättning skett satts ut. Upplodning och befästning av detta nät i de olika bjälklagen, samt avvägning av huvudfixar i huskroppen utfördes även av byggherren. Entreprenören övertog det färdiga nollinjenätet och utförde från detta lokala utsättningar.

Byggherren utövade under byggnadstiden måttkontroll. I dessa mättekniska ärenden representerades byggherren av Kjessler och Mannerstråle AB. Kontrollen har utförts enligt ett upprättat program för kontrollmätningar.

2.8 Referenssystem

2.8.1 Modulnät

Ett modulnät med maskvidden 72M x 96M bildar underlag för samordning av byggnadens stomme. Modulnätet är lika med pelarindelningen och dessa axlar ligger utefter Karlavägen och Banérgatan. En punkts läge bestäms alltså av en K-(Karlavägen) och en B-(Banérgatan) koordinat, t ex K 7 + 6, B 5 + 3 där 6 och 3 utgör de erforderliga M som skall adderas till närmast föregående stomlinje.

2.8.2 Nollinjenät

Måttsättningen av stommen utföres från så kallade nollinjer. Dessa linjer är befästa i byggnaden med nollpunkter, vilka från stommätet satts ut på därför avsedda fundament i nedre källarvåningens golv.

Nollinjenätet är koordinatmässigt förbundet med modulnätet och placerat så att det ligger i fripassager och kan därför uppfylla kraven på fri sikt och användbarhet utan omräkningar av mått (FIGUR 5). Utsättning av nollinjenätet behandlas närmare i kapitel 4 utgångspunkter för utsättning.

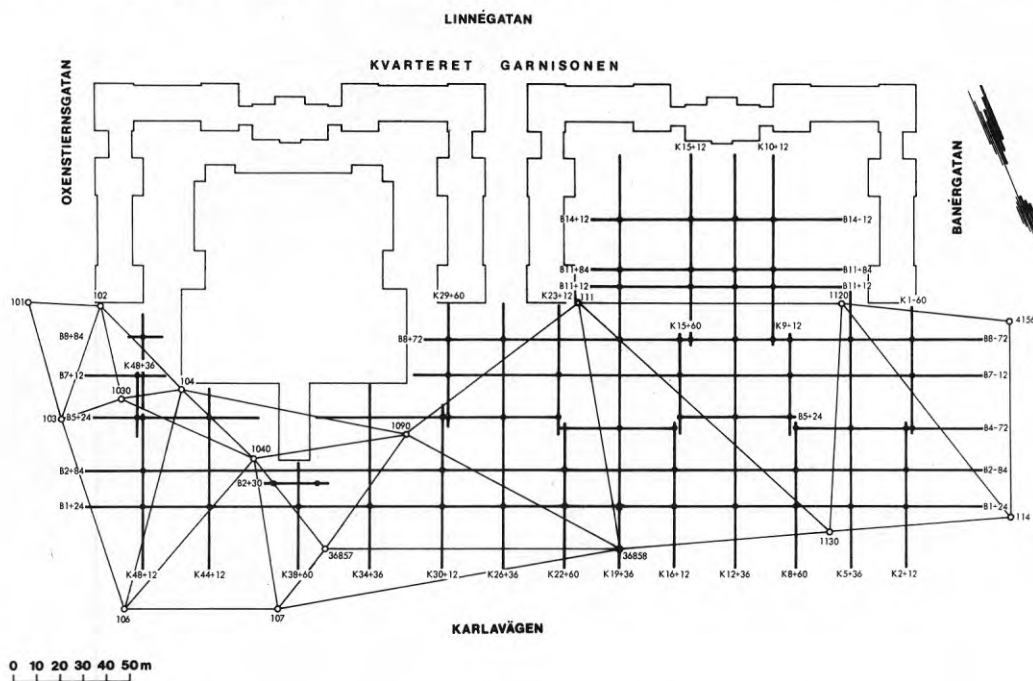


FIG. 5 Primärsystem och nollinjenät (sekundärsystem)
Primary traverse and secondary grid lines

2.9 Toleranser

I Byggnadsstyrelsens arbets- och materialföreskrifter av den 1 februari 1969 och den 1 december 1969 anges bl a följande tillåtna avvikelser:

Platsgjutna delar

För samtliga väggar och pelare i plan 01 och uppåt gäller att dessa ej får avvika mer än ± 15 mm från avsett läge i horisontellt snitt taget var som helst på hela höjden.

Avvikelse i avstånd mellan närliggande pelare får vara maximalt ± 15 mm mätt mellan närliggande betongytter.

Pelare och väggar av platsgjuten betong i plan 03 och uppåt, får avvika från lodplan maximalt 10 mm på 5 meters mätlängd, dock maximalt 15 mm på hela höjden.

Platsgjutna pelare och väggars tvärmått respektive tjocklek får avvika - 5 mm till + 10 mm.

Underkant bjälklag får vid upplag avvika maximalt ± 15 mm från horisontellt utsättningsplan.

Överytan på de delar av bjälklag över plan 02, som brädrivs i samband med gjutningen får avvika från horisontalplanet maximalt ± 20 mm.

Upplag, skärningslinje mellan underkant bjälklag och vägg får luta maximalt 1:300. Samma gäller sammanbindningslinje mellan upplag.

Överhöjning av form för bjälklag över plan 01 och 02 utförs endast i K-linjer i spännviddens 1/3-dels punkter. Överhöjningen skall vara 1/300-del av den teoretiska spännvidden. Tolerans + 20 mm - 0 mm. I B-linjer utförs ingen överhöjning.

Överhöjning av form för bjälklag över plan 03 och uppåt utförs med 1/400-del av spännvidden. För fyrsidigt upplagda plattor avses kortaste spännvidden.

Upplag på balkar för TTK-plattor i plan 03 och uppåt får avvika från horisontellt montageplan maximalt + 5 mm och - 15 mm.

Ingjutningsgods för den prefabricerade betongstommen får avvika från avsett läge med ± 10 mm i horisontal- och vertikalled. Där flera ingjutningsgods ingår i samma balkupplag får den inbördes avvikelserna mellan ingjutningsgodsen uppgå till ± 3 mm.

Bultgrupp för prefabricerade pelare får i horisontalplanet vara vriden högst 0,01 radianer.

Inbördes avvikelser för bultar inom samma bultgrupp får avvika ± 3 mm.

Synliga betongytor i plan 01 och uppåt, som skall vara omålade eller målas med eller utan underbehandling med sandspackelfärg, utförs med planhetstoleransklass 1 (Bygg AMA 1965:Ea 5).

Överyta vid igengjutning av kasettändar brädrivs i samband med gjutning enligt planhetstoleransklass 2.

Prefabricerad stomme

Pelare

Färdigmonterad pelares avvikelser från vertikalt montageplan får uppgå till maximalt ± 15 mm i horisontellt snitt taget var som helst på hela höjden.

Avstånd mellan intilliggande pelare får avvika maximalt ± 15 mm.

Avstånd mellan monterad pelare och platsgjuten konstruktion får avvika maximalt ± 15 mm från teoretiskt läge på den platsgjutna konstruktionen.

Pelare får i horisontalplanet vara vriden högst 0,01 radianer.

Pelares lodavvikelse får vara 1 cm på 5 m, dock maximalt 15 mm på pelares hela höjd.

Måttavvikelse på pelare får vara enligt nedanstående.

Tvårsnittsmått	\pm 5 mm
Diagonalmått	\pm 10 mm
Längd	\pm 10 mm

Kantkrokighet största pilhöjd = 10 mm på 3 m mätlängd.

Balkar

Underkant balk får intill upplag avvika maximalt \pm 5 mm från angivet värde. Underkant närliggande balkar upplagda på samma pelare får skilja maximalt 3 mm.

I färdigmonterad prefabstomme får överhöjning av balk mätt vid underkant i fältmitt vara maximalt + 10 mm och minimum \pm 0 mm vid balklängd 6 800 mm eller mindre och belastning av egen vikt prefabstomme.

Färdigmonterad balksida får vid upplag vara förskjuten maximalt 5 mm från pelarsida.

Balksida i fasad får avvika maximalt \pm 15 mm från vertikalt montageplan.

Element gjuts mot form av skivor. Skarvförskjutning får vara maximalt 2 mm. Gjutskarvar slipas om så erfordras.

TTk-plattor

Underkant TTk-plattor får avvika maximalt \pm 5 mm från horisontellt monteringsplan invid balkens upplag på pelare eller vägg och maximalt + 10 till - 5 mm vid upplag på balk mätt i balkens fältmitt.

I färdigmonterade TTk-plattor får överhöjning vid 9 600 mm teoretisk spännvid mätt vid underkant platta vara maximalt 15 mm. (Senare ändrat till 20 mm.)

I färdigmonterade TTk-plattor får förskjutning i vertikalled mellan intilliggande plattor mätt vid underkant vara maximalt 5 mm. Avvikelse från nominell fogbredd - 5 till + 10 mm. Överkant bjälklag får avvika maximalt \pm 20 mm från horisontellt utsättningsplan.

Vid färdigmonterade TTk-plattor får förskjutningen av brytpunktslinjen för lutande del av TTk-ände - underkant plattände vara \pm 10 mm. Mellan intilliggande element får förskjutningen högst uppgå till 5 mm.

Måttavvikelse för bjälklagselement får vara enligt nedanstående.

Balkar	
Tvårsnittsmått	\pm 5 mm
Diagonalmått	\pm 10 mm
Längd	(\pm 10 mm)

Kantkrokighet i horisontalplanet maximalt \pm 7 mm.

Bjälklagsplattor

Bredd	\pm 5 mm
Höjd	\pm 3 mm
För längd	$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$ 10 mm)

Kantkrokighet i horisontalplanet maximalt \pm 7 mm. Tolerans inom parentes gäller ej som kassationsgräns om kraven för färdigmonterad stomme uppfylls.

Elementen gjuts mot form av skivor. Skarvförskjutning får vara maximalt 2 mm. Gjutskarvar slipas om så erfordras.

Trappor

Måttavvikelse för trappelement får vara enligt nedanstående.

Bredd	\pm 5 mm
Höjd	\pm 3 mm
Längd	\pm 5 mm

Kantkrokighet \pm 5 mm

Trappelement utförs av Betong I Std K 400.

Kanter fasas med 5 mm radie, där ej annat anges på ritning.

Trappelement gjuts mot form av skivor. Skarvförskjutning får vara maximalt 2 mm.

Ingjutningsgods

Tolerans för placering av ingjutningsgods och ursparingar skall vara \pm 5 mm, mätt relativt elementets egen yttre geometri, om ej annat anges på ritning.

På histogrammen i figurerna har förekommande toleransgränser ritats in. Som jämförelse, där så är möjligt, har även Hus AMAs toleransklass 3 ritats in.

Kvarteret Garnisonens toleransgräns har angetts med heldragen linje och betecknats med TG.

Hus AMAs toleransgräns har angetts med streckad linje och betecknats med TH.

3 METODIK VID REDOVISNING AV MÅTDATA

Redovisning av mätresultatet sker i allmänhet lämpligast i form av grafiska framställningar, t ex ett histogram. På en vågrät linje sätter man ut en skala med lika många steg som motsvarar de olika avvikelserna. På denna skala ritas staplar, vilkas höjd anger hur många gånger sådan avvikelse har iakttagits. Vanligare är dock att sådan höjd anges i procent av totala antalet observationer (FIGUR 6).

I figur 6 visas att 22 % av den mätta storheten hade en avvikelse om + 1 mm. Man brukar också ange antal mätningar N, medelvärde M, standardavvikelse S och ibland gällande toleransen T med P såsom procent av de observationer som ligger utanför toleransgränserna.

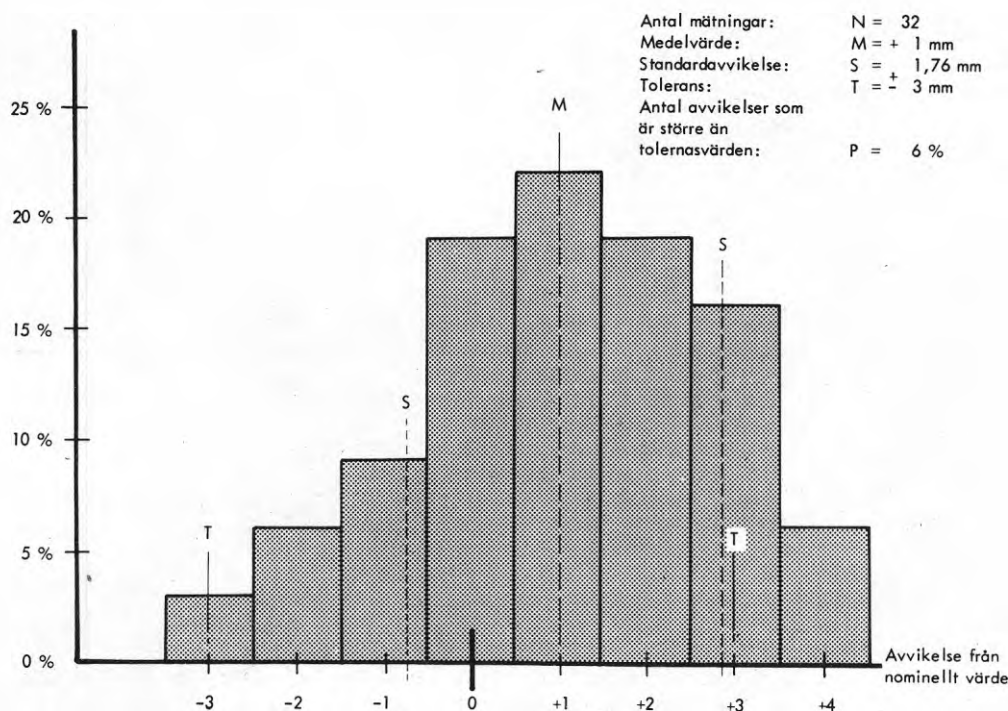


FIG. 6 Exempel på grafisk framställning av mätresultat
 Example of graphical illustration of measurements

Medelvärdet M är det aritmetiska medelvärdet av de konstaterade avvikelserna. I figur 6 är avvikelserna fördelade eller spridda mellan $+4$ och -3 mm. Det vanligaste spridningsmättet som man härvid brukar använda är standardavvikelsen S . Standardavvikelsen anger att ungefär 68 % av det undersökta materialet ligger innanför de gränser som ligger på ett avstånd S till vänster och höger om medelvärdet, i figur 6 alltså mellan $-0,76$ mm och $2,76$ mm. S är ett koncentreringsmått kring medelvärdet.

Ju mindre standardavvikelsen är desto bättre är mått noggrannheten under förutsättning att systematiska fel inte förekommer, dvs medelvärdet ligger långt ifrån ritningsmättet.

Beräkningsmässigt är standardavvikelsen lika med roten ur medelvärdet på kvadraten av differensen mellan en avvikelse och motsvarande medelvärde.

Beräkningsexempel

x	f	fx	M-x	(M-x) ²	f (M-x) ²	f (M-x)
- 3	1	- 3	+ 4	16	16	+ 4
- 2	2	- 4	+ 3	9	18	+ 6
- 1	3	- 3	+ 2	4	12	+ 6
0	6	0	+ 1	1	6	+ 6
+ 1	7	+ 7	0	0	0	0
+ 2	6	+ 12	- 1	1	6	- 6
+ 3	5	+ 15	- 2	4	20	- 10
+ 4	2	+ 8	- 3	9	18	- 6
Summan N = 32					96	0

x = avvikelser som förekommer i denna mätserie

f = antal gånger avvikelserna har konstaterats

$$N = \sum f = 32, M = \frac{\sum fx}{N} = \frac{32}{32} = + 1, S = \sqrt{\frac{\sum f (M-x)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{96}{31}} = \pm 1,76$$

4 UTGÅNGSPUNKTER FÖR UTSÄTTNING

Verksamheter för utsättning av mått kan enligt Svensk Standard SIS 02 12 51 - 02 12 55 uppdelas på följande sätt:

- . markering och inmätning av primärpunkter
- . utsättning av sekundärpunkter (t ex baslinjer)
- . utsättning av detaljpunkter (t ex pelarnas centrumlinjer)

4.1 Primärpunkter i plan

Primärpunkter är utgångspunkter för byggnadens och byggnadsdelarnas placering. För Kv Garnisonen utgöres dessa punkter av dels några Stockholms stads polygonpunkter intill arbetsplatsen dels nya punkter, markerade runt omkring området. Tillsammans bildar de ett primärsystem.

Av de i nätet ingående Stockholms stads polygonpunkter valdes en anslutningspunkt och en anslutningsinriktning för lokalisering och orientering av primärsystemet i Stockholms stads koordinatsystem. Anslutningsstorheterna ansågs vara felfria. De övriga överordnade polygonpunkterna har vid koordinatberäkning betraktats som nya punkter. Deras givna koordinater har härvid enbart använts som anslutningskontroll. Detta innebär att dessa punkter under byggskedet tillfälligt har fått koordinater som skilde sig något från initialvärdena.

Bearbetning av ytterligare anslutningsinformationer, än de redan nämnda, inverkar nämligen vid koordinatberäkningen - p g a "spänningar" - normalt på nätets skala, form och formstabilitet. Detta kan i sin tur leda till en försämrad inbördes noggrannhet mellan primärpunkterna.

Med spänning menas att de ur koordinater beräknade avståndet avviker från det verkliga.

Spänningar förekommer huvudsakligen mellan punkter som tillhör olika polygontåg och som utjämnats vid olika tillfällen.

Genom att behandla primärsystem som ett "fristående nät" är primärpunkternas inbördes noggrannhet - dvs medelfelet i avstånd mellan två punkter - endast beroende av den noggrannhet med vilken mätningarna har utförts.

Fristående nät väljes ofta vid utsättning av större byggnadskomplex.

Vinklarna i primärsystemet har mätts med Wild T 2 teodolit varvid tvångcentrering har tillämpats. Längdmätning har utförts med etalonerade 100 m polygonband.

Efter utjämningsräkning av primärsystemet transformerades koordinatvärdena från Stockholms Stads system till Kv Garnisonens eget koordinatsystem vilket axlar är parallella med byggnadens modulnät.

4.2 Sekundärpunkter i plan

Skärningspunkterna mellan byggnadens nollinje, se punkt 2.8.2, har satts ut från primärsystemet. Dessa punkter, som i regel är belägna i de platsgjutna trapphustornen, kallas enligt SIS 02 12 51 - 02 12 54 sekundärpunkt i plan. De var markerade med ett i två riktningar justerbart don, se FIGUR 7.

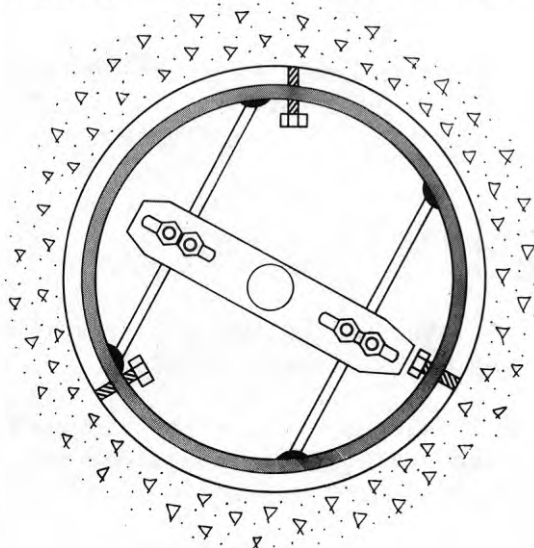


FIG. 7 Don för markering av sekundärpunkt

Device for marking the position of the secondary stations

Vid utsättning av sekundärpunkter kan fyra faser urskiljas

- . Preliminär utsättning från minst tre av de närmaste primärpunkterna
- . Lägesbestämning av de preliminärt utsatta punkterna efter inmätning från och mot ett flertal primärpunkter och utjämningsberäkning
- . Korrigering av de preliminära lägena
- . Kontroll av sekundärpunkternas definitiva lägen

4.2.1 Upplodning av sekundärpunkter i plan

De sekundärpunkter som var belägna i de platsgjutna tornen upplodades senare till ovanförliggande våningsplan. I varje plan

fanns - monterat i en håltagning - ett i två riktningar justerbart don (figur 7).

Upplodning utfördes med optiskt lodinstrument, Wild ZNL.

4.3 Primär- och sekundärpunkter i höjd

Primärpunkt i höjd var en Stockholms stads höjdfix i närheten av arbetsplatsen. Sekundärpunkter i höjd har avvägts till samtliga bjälklag i de platsgjutna tornen. Markeringarna utgjordes av ingjutna dubbar eller av sekundärpunkter i plan.

Höjdmätning har utförts med avvägningsinstrument försett med planglasmikrometer och invarstång.

4.4 Noggrannhet

Undersökning av avvikelser mellan primär- och sekundärpunkterna i plan och höjd har gjorts enligt SIS 02 12 52, SIS 02 12 53 och SIS 02 12 55.

4.4.1 Noggrannhet hos primärpunkter i plan

Enligt SIS 02 12 52 avsnitt 4.1 och 4.2 kan punktnoggrannheten bedömas på två sätt.

- a. De avstånd och vinklar som erhållits vid inmätning av primärpunkter får avvika från de avstånd och vinklar som beräknats ur dessa punkters utjämnade koordinater, med högst följande värden.

$$\begin{aligned} \text{Avstånd: } & 0,75\sqrt{L} \text{ mm} \\ \text{Vinklar: } & 0,05\sqrt{L} \text{ gon} \quad (\approx 0,8\sqrt{L} \text{ mm}) \end{aligned}$$

L är avstånd i meter mellan berörda primärpunkter - vid vinkelmätning avses det kortare avståndet.

- b. De avstånd och vinklar som erhållits vid kontrollmätning av primärpunkter får avvika från de avstånd och vinklar som beräknats ur dessa punkters utjämnade koordinater, med högst följande värden.

$$\begin{aligned} \text{Avstånd: } & 2\sqrt{L} \text{ mm} \\ \text{Vinklar: } & 0,15/\sqrt{L} \text{ gon} \quad (\approx 2,4\sqrt{L} \text{ mm}) \end{aligned}$$

L = avståndet i meter mellan berörda punkter - vid vinkelmätning det kortare avståndet.

Vid tillämpning av metod a gäller att för längder mellan 30 och 130 m toleranserna varierar från 4 till 9 mm.

Enligt beräkningsprotokollet var skillnaderna 3-5 mm lägre än de tillåtna, alltså ca 60 %.

För vinklarna gäller som lägsta tolerans 0,0043 gon dvs för ett avstånd på 130 meter. Korrektionen varierar i allmänhet mellan 0 och 0,0004 gon. Endast i ett fall var korrektionen 0,0014 gon.

För bedömning enligt metod b har ett antal avstånd och vinklar mätts.

Längdmätning har gjorts med två etalonerade polygonmätband och en geodimeter 700 kontrollerad för de avstånd som skulle mätas. Vid vinkelmätning användes Kern DKM 2A. Vinklarna mättes i fyra helsatser.

TABELL 1 visar längd avvikelser samt toleranser enligt formeln $T_L = 2\sqrt{L}$ mm. I TABELL 2 redovisas på motsvarande sätt vinkelavvikelserna och toleranser enligt formeln $T_v = \frac{0,15}{\sqrt{L}}$ gon

TABELL 1. Avståndsavvikelser i primärsystemet vid kontrollmätning

	L_K	L_M	D_L	T_L
1	32 982	32 984	- 2	11
2	52 226	52 230	- 4	14
3	66 784	66 780	+ 4	16
4	84 387	84 376	+ 11	18
5	86 212	86 215	- 3	19
6	127 182	127 186	- 4	23
7	149 772	149 774	- 2	24
8	171 929	171 938	- 9	26

L_K = ur koordinater beräknade avstånd

L_M = vid undersökningar mätta avstånd

$D_L = L_K - L_M$; T_L = avståndstolerans enligt SIS 02 12 52

TABELL 2. Vinkelavvikelser i primärsystemet vid kontrollmätning

	V_K	V_M	D_v	T_v
1	11 0989	11 1013	- 0,0024	0,0133
2	104 3318	104 3388	- 0,0070	0,0163
3	112 8471	112 8438	+ 0,0033	0,0162
4	120 4818	120 4763	+ 0,0055	0,0185
5	142 3234	142 3136	+ 0,0098	0,0261
6	188 9675	188 9671	+ 0,0004	0,0185
7	196 4538	196 4499	+ 0,0039	0,0208
8	205 7339	205 7299	+ 0,0049	0,0122
9	142 2570	142 2407	+ 0,0163	0,0261

V_K = ur koordinater beräknade vinklar

V_M = vid undersökning mätt vinklar

$D_v = V_K - V_M$; T_v = vinkeltolerans enligt SIS 02 12 52

Av tabellerna framgår att såväl avstånds- som vinkelavvikelserna är betydligt mindre än toleranserna. De flesta värdena skulle även kunna uppfylla toleranser beräknade enligt metod a.

Ett flertal avvikelser är dock relativt stora om de jämförs med motsvarande korrektioner i utjämningsberäkningen. Sådana skillnader beror så gott som alltid på att teodolitens och signalernas centrum inte ligger på linjen genom markeringarnas centrum, s k centreringfel.

Detta fel är ett av de vanligaste vid all teodolitmätning. De uppstår p g a

- . instrumentfel
- . olämpliga markeringar.

Instrumentfel

Snörlod eller centrerstång bör helst inte användas vid utsättningsarbeten. Centrerung skall ske med hjälp av det optiska lodet, som tillsammans med instrumentets vattenpass regelbundet bör kontrolleras.

Kontrollen är enklast vid teodoliter med det optiska lodet monterat i den vridbara överdelen. Lodets mätmarke skall, när man vrider teodoliten kring vertikalaxeln, hela tiden ligga över uppställningspunkten. Kontrollen kan därför lätt göras vid varje uppställning.

Något svårare blir det om lodet sitter i den fasta nedre delen. En kontrollmetod är att man ritar av trefoten på stativhuvudet. Teodoliten lossas sedan något, vrids ett tredjedels varv, passas in i det avritade läget och horisonteras. Om lodet är rätt justerat skall mätmärket fortfarande ligga över uppställningspunkten.

Olämpliga markeringar

Såväl de "yttre" punkterna i mark som "inre" punkterna i byggnaden måste markeras så att dessa blir lätta att definiera. Punkterna i mark får alltså inte bestå av grova rör som är svåra att centrera instrumentet över eller i byggnaden av grova streck som gör det svårt att definiera det avsedda läget, se FIGUR 8. Att rekommendera är ett 3 mm:s borrhål i dubb eller liknande.

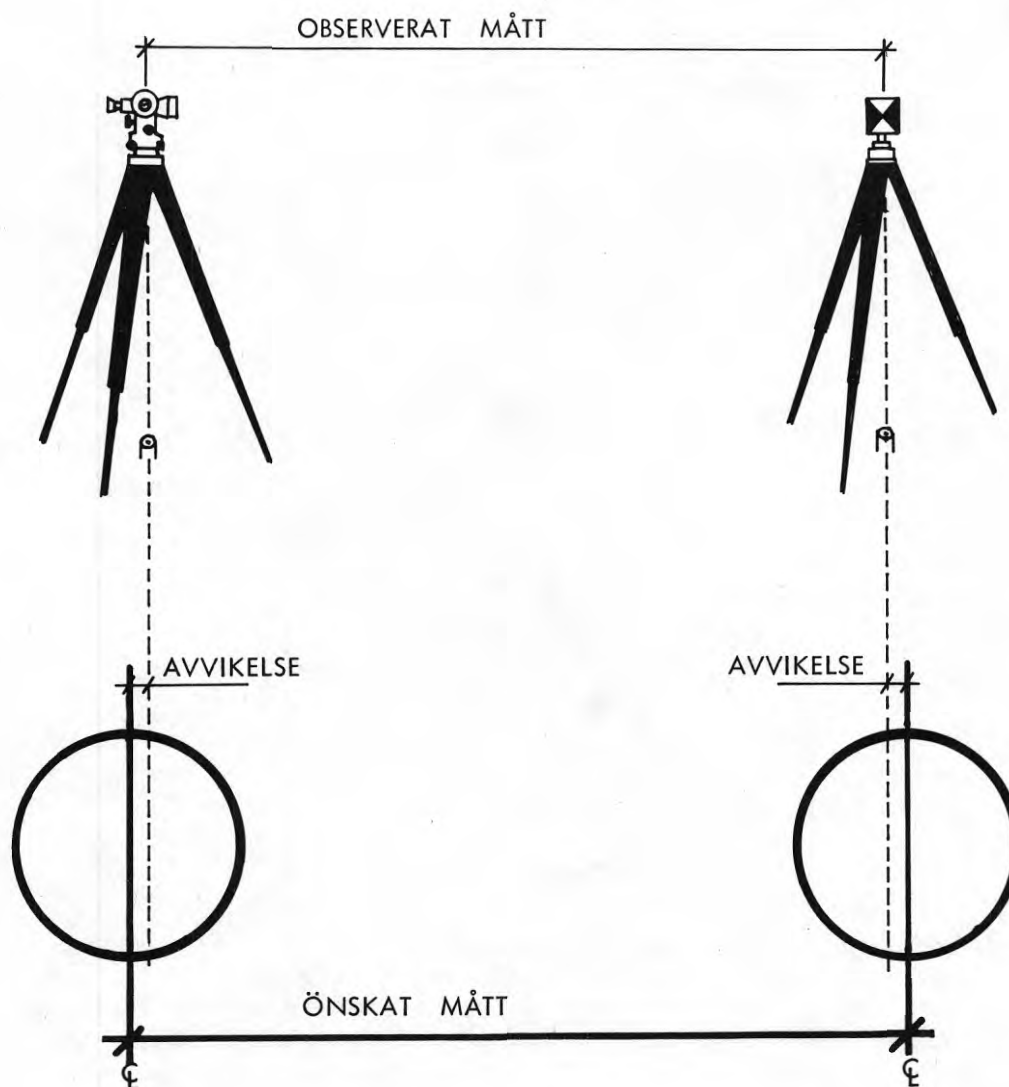


FIG. 8 Grova markeringar försämrar punkternas inbördes noggrannhet
 Rough marks give rise to inaccuracies in the distance between points

Säkerligen var vid inmätning av primärsystemet instrumentens optiska lod väl justerade, eftersom de större avvikelserna endast förekommer vid grova markeringar. Vid vinkel 9 har avvikelsen förmodligen förorsakats av en kombination mellan centreringsfel och inverkan av instrumentets omfokusering på grund av den markanta skillnaden i siktlängd (30 m - 130 m).

Användning av s k tvångcentrering betyder inte att centreringsavvikelser i förhållande till markeringar elimineras. Det enda man åstadkommer är att på de olika mätstationerna såväl teodolit som signaler växelvis intar exakt samma position (på några hundradels millimeter när) ovanpå redan centrerade stativ, se FIGUR 9.

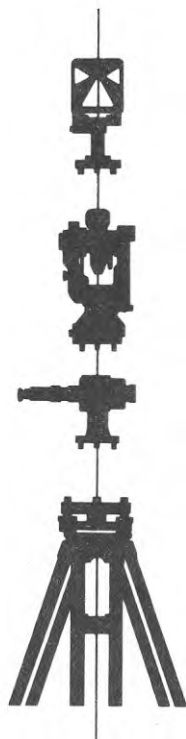


FIG. 9 "Tvångcentrering"
"Constrained centering"

Motsägelserna mellan mätvärdena förblir genom denna anordning små och punktnoggrannheten kan således bli hög. Denna höga noggrannhet avser ofta endast stativhuvudets centrum vid mätningstillfället och inte mätpunkternas centrum på marken. Denna dolda felkälla upptäcks i regel inte i utjämningsberäkningen utan vid efterföljande mätningarbeten.

4.4.2 Noggrannhet hos sekundärpunkter i plan

Ett antal avstånd och vinklar i sekundärsystemet har undersökts enligt SIS 02 12 53 avsnitt 3.2.

Kontrollmätt avstånd mellan två sekundärpunkter inom samma sekundärsystem får avvika från givet eller beräknat avstånd med högst $2\sqrt{L}$ mm, där L är avståndet i meter.

Om L är mindre än 9 m får avvikelserna uppgå till 6 mm.

Kontrollmätt vinkel mellan två linjer i samma sekundärsystem får avvika från given eller beräknad vinkel med högst $0,15/\sqrt{L}$ gon, där L är det kortare vinkelbenets längd uttryckt i meter.

TABELLERNA 3 och 4 visar resultaten. Undersökningsmätningar har utförts på liknande sätt som för primärpunkterna.

Av tabellerna framgår att de flesta avvikelserna är mycket lägre än de som tillåts i SIS 02 12 53.

TABELL 3. Avståndsavvikelser i sekundärsystemet vid kontrollmätning

	L_B	L_M	D_L	T_L
1	4 800	4 798	2	6
2	4 800	4 807	- 7	6
3	4 800	4 807	- 7	8
4	15 600	15 591	9	8
5	15 600	15 597	3	8
6	15 600	15 599	1	8
7	18 000	18 002	- 2	8
8	24 000	23 994	6	10
9	24 000	24 000	0	10
10	24 000	24 000	0	10
11	24 000	24 004	- 4	10
12	24 000	24 005	- 5	10
13	26 400	26 405	- 5	10
14	26 400	26 405	- 5	10
15	31 200	31 195	5	11
16	31 200	31 198	2	11
17	31 200	31 203	- 3	11
18	31 200	31 204	- 4	11
19	32 754	32 750	4	11
20	32 754	32 760	- 6	11
21	38 400	38 400	0	12
22	38 400	38 406	- 6	12
23	38 400	38 406	- 6	12
24	52 800	52 802	- 2	15
25	52 800	52 806	- 6	15

$$D_L^2 = 542$$

L_B = Basmått

L_M = Vid undersökning mätta avstånd

D_L = $L_B - L_M$

T_L = Avståndstolerans enligt SIS 02 12 53

TABELL 4. Vinkelavvikelser i sekundärsystemet

	V_B gon 1	V_M gon 2	D_V gon 3	T_V gon 4	R_A mm 5
1	31,6032	31,6003	0,0029	0,0380	
2	100,0000	99,9886	0,0114	0,0380	
3	100,0000	99,9959	0,0041	0,0380	
4	100,0000	99,9933	0,0067	0,0380	
5		100,0205	-0,0205	0,0280	
6		100,0225	-0,0225	0,0380	5
7	0	0,0030	-0,0030	0,0217	0
8	200,0000	199,9919	0,0081	0,0217	
9		199,9983	0,0017	0,0306	1,9
10		200,0046	-0,0046	0,0306	3,1
11		199,9942	0,0048	0,0306	2,6
12		199,9832	0,0168	0,0292	0,1
13		199,9570	0,0430	0,0292	9,4
14		200,0219	-0,0219	0,0269	0,5
15		199,9977	0,0023	0,0269	0,4
16	0	0,0006	-0,0006	0,0242	0

V_B = Basvinkel

V_B^M = Vid undersökningen mätta vinklar

$D_V^M = V_B - V_B^M$; T_V = Vinkeltolerans enligt SIS 02 12 52

R_A = Avvikelse från raklinje genom punkterna 7 och 16. (Dessa avvikelser som motsvarar brytningsvinklar 8-15 har bestämts med hjälp av teodolit och en signal på mikrometerslid).

Förmodligen har vid punkt 13 (i tabell 4) inträffat en justering "åt fel håll" (efter den tidigare gjorda inmätningen och utjämningsberäkningen). Avstånd 4 i tabell 3, och vinklarna 5, 6, 12 och 14 i tabell 4 avser mätningar mot punkt 13. Visserligen är dessa avvikelser lägre än toleranserna men i förhållande till de övriga så pass stora att de ger en fingervisning att ett fel föreligger.

Det bör dock tilläggas att utsättningsstandarderna inte ännu var tillgängliga när Kv Garnisonen byggdes. Punktnoggrannheten bedömdes traditionellt efter koordinatmedelfel och eventuellt avståndsmedelfel vilket dock ofta är ett något olämpligt kvalitetsmått.

Med hjälp av D_L värdena i tabell 3 kan medelfelet (S_{BM}) för ett avstånd mellan L sekundärpunkter beräknas.

$$S_{BM}^2 = \frac{D_L^2}{25} - S_u^2$$

$S_u = 1,98$ mm längdmätningens medelfel vid undersökningen, och beräknad ur 25 dubbelmätningar.

$$S_{BM}^2 = \frac{542}{25} - 3,92 = 17,76$$

$$S_{BM} = 4,21 \text{ mm}$$

Enligt en redogörelse för utsättningsarbetet är koordinatmedelfelen för sekundärpunkterna omkring 2 mm. Detta innebär ett avståndsmedelfel ca $S_{BR} = 2\sqrt{2}$. Uppgiften gäller efter utjämning av inmätningvärdena dock före justering av de preliminära lägena.

Under förutsättning att restfelen är oberoende och normalfördelade kan med hjälp av F-testet bedömas om skillnaden mellan S_{BM} och S_{BR} är signifikant eller inte. Därtill beräknas

$$F = \frac{S_{BM}^2}{S_{BR}^2} = \frac{17,76}{8} = 2,22$$

Vid risknivån 5 % och 10 överbestämningar vid utsättning av en sekundärpunkt är:

$$F_{5\% . 25 . 10} = 2,74$$

Eftersom $F = 2,22 < 2,74$ representerar både S_{BM} och S_{BR} samma population, dvs uppgiften i ovannämnda redogörelse är riktig. Skillnaden beror på små restfel vid korrigering av de preliminära utsättningarna.

Man ser dock att en undersökning av utsättningsnoggrannheten med enbart medelfel och ett F-test som kvalitetsmått kan leda till en fel bedömning eftersom större lokala avvikelser döljs i beräkningen. Medelfel ger således ingen direkt garanti för en god inbördes noggrannhet mellan närbelägna punkter m a o små lokala avvikelser. Dessutom är beräkningen tidsödande. En systematisk kontroll med hjälp av utsättningsstandarderna är mer praktisk.

Även i andra bemärkelser är medelfel olämpligt, eftersom de i hög grad även är beroende av nätets form och anslutningspunkternas lägen. Galvenius, se litteraturförteckningen, föreslår därför en annan metod, vilken även kan tillämpas vid projektering av nät.

4.4.3 Noggrannhet vid upplodning av sekundärpunkter

Undersökning av noggrannheten vid upplodning av sekundärpunkter har gjorts med optiskt lodinstrument Kern OL. Avvikelser i byggnadens tvär- och längdled redovisas i histogrammet i FIGUR 10 och avser lodningshöjder mellan 3 m - 27,5 m.

För dessa höjder visade det sig att lodavvikelseerna inte var höjdberoende.

Medelfelet vid undersökningen var 0,3 mm.

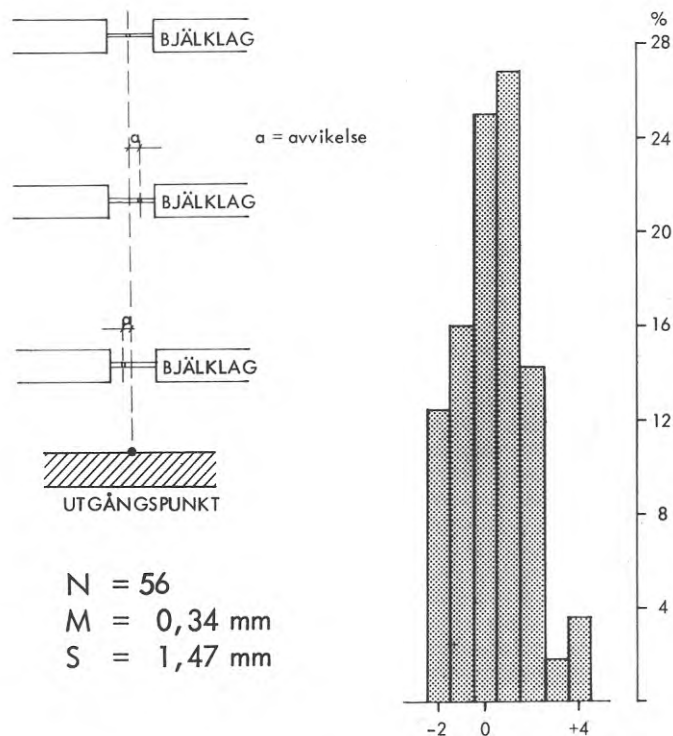


FIG. 10 Inbördes lägesavvikelse för sekundärpunkt efter upplodning över 3 - 27 meter

Internal position deviations for secondary point after plumbing over heights between 3 and 27 metres

4.4.4 Noggrannhet hos sekundärpunkter i höjd

Vid kontrollmätning mellan sekundärpunkter i höjd på samma våningsplan har som största avvikelse 2 mm erhållits. Som jämförelse kan nämnas att Svensk Standard tillåter 3 mm som största avvikelse.

5 MÄTDATA FRÅN PLATSGJUTNA DELAR

5.1 Skruvgrupper

Samtliga pelare i Kv Garnisonen är monterade på skruvgrupper om 4 st skruvar. Dimensionen är $\varnothing 32$ och det nominella avståndet mellan skruvarna inom en grupp är 500 mm.

Skruvgrupperna som samtliga är ingjutna i bjälklag 2 har satts ut från nollinjenätet. Före gjutningen placerades kring skruvarna en ursparing av frigolit, så att det senare skulle vara möjligt att korrigera mindre måttavvikelser inom gruppen. Innan pelarmontaget kontrollerades skruvgruppens inbördes läge med en plåtmall. Eventuella avvikelser korrigerades och skruvarna kringgjöts.

Det är efter ovan nämnda korrigering och slutlig gjutning som läget i plan i förhållande till nollinjenätet samt de inbördes läget i skruvgruppen har studerats.

Inmätningen i plan redovisas i FIGUR 11. Histogrammet visar en standardavvikelse på 6,0 mm, en något stor spridning för en så väsentligt måttstyrande byggnadsdel. Siffran bör jämföras med

inmätningar av de senare monterade pelarna på bjälklag 2. Siffran är där 7,9 mm. Pelarens läge i det blivande huset är alltså till den absolut största delen beroende av skruvgruppernas placering, (se fig 20).

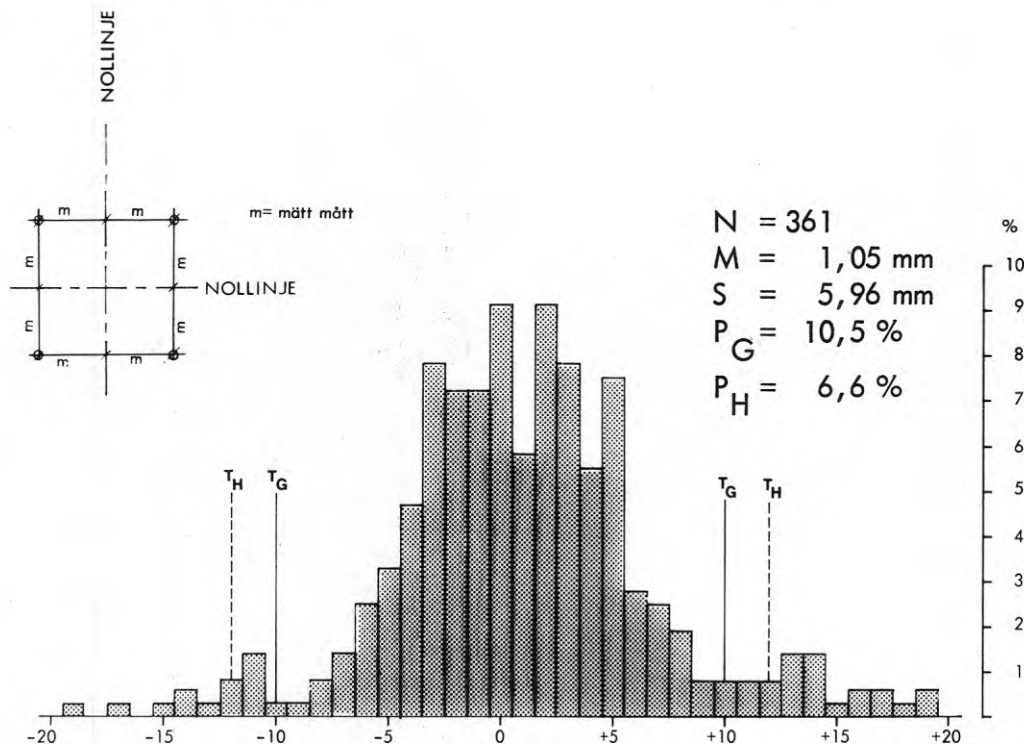


FIG. 11 Skruvar: Avvikelse från basmått \pm stigande koordinater i byggnadens system

Bolts: Deviation from basic dimensions + or - := according to the coordinate system on the site

Om man nu tittar på resultatet av uppmätningen av skruvarnas inbördes läge i gruppen, FIGUR 12 finner man att standardavvikelsen är bara 2,6 mm, dvs ett betydligt bättre värde än för läget i plan. Detta är helt förståeligt med tanke på att det inbördes läget kontrollerades med en mall och ev avvikelse korrigerades. Nämnas kan att något problem att montera pelarna på skruvarna inte kunde iakttas. Skruvarnas inbördes läge i gruppen var alltså helt tillfredsställande för pelarmontaget.

Med tanke på att man vid gjutningen av bjälklag 2 gjorde ursparingar kring skruvarna för att senare kunna korrigerat det inbördes läget borde man även utnyttjat den fördelen till att korrigerat skruvgruppens läge i plan.

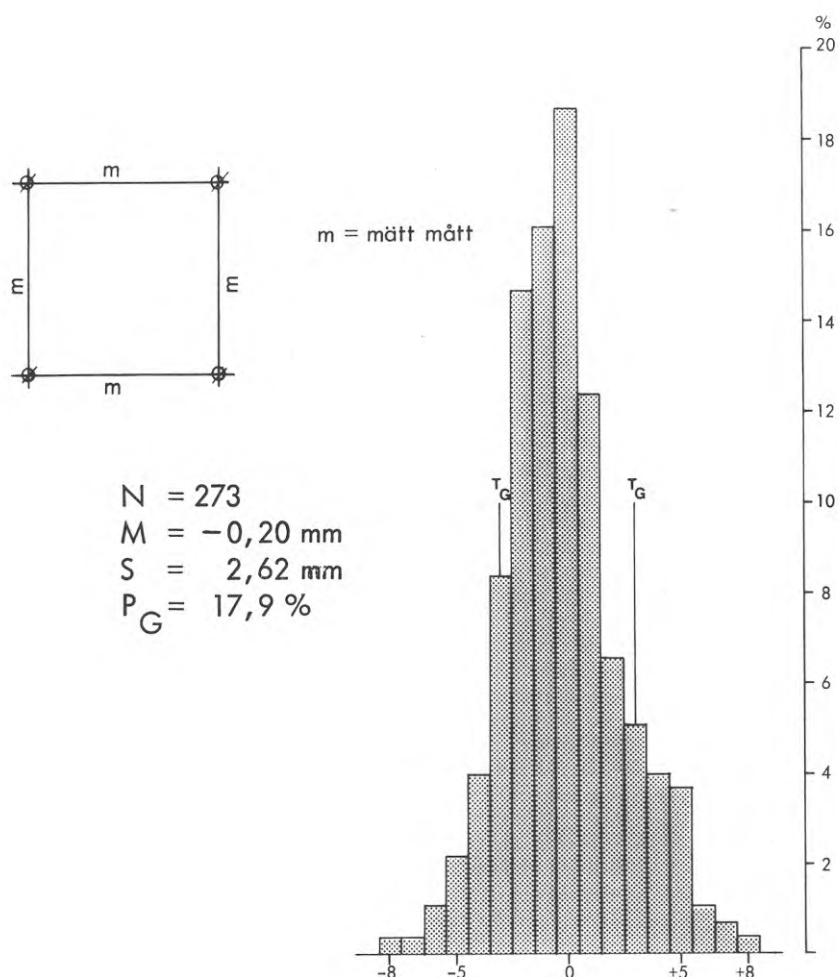


FIG. 12 Skruvar: Avståndsavvikelse inom skruvgruppen
 Deviations in distance in a group of bolts

5.2 Trapphustorn

Den prefabricerade och monterade betongstommen stabiliseras av platsgjutna betongtorn. Detta innebär att objektets prefabricerade stomme kan delas in i måttekniskt skilda delar, vilkas utrymmen är beroende av avståndet mellan tornen.

Vid överkant samtliga bjälklag av de delar, som studien omfattar, har utrymmet för den prefabricerade stommen uppmätts. Två mått har mätts vid överkant bjälklag längs vardera en av de två pelarraderna, se FIGUR 13.

Det uppmätta utrymmet redovisas nedan.

DEL 1

Bjälklag	Linje B4	Linje B5	Nom. mått	Avvikelse (mm)	
				B4	B5
2	35.381	35.399	35.400	- 19	- 1
3	35.404	35.402	35.400	+ 4	+ 2
4	35.595	35.595	35.600	- 5	- 5
5	35.598	35.594	35.600	- 2	- 6
6	35.599	35.604	35.600	- 1	+ 4
7	35.606	35.594	35.600	+ 6	- 6

DEL 2

Bjälklag	Linje B1	Linje B2	Nom. mått	Avvikelse (mm)	
				B1	B2
2	35.403	35.352	35.400	+ 3	- 48
3	35.408	35.351	35.400	+ 8	- 49
4	35.607	35.564	35.600	+ 7	- 36
5	35.604	35.568	35.600	+ 4	- 32
6	35.603	35.601	35.600	+ 3	+ 1
7	35.606	35.608	35.600	+ 6	+ 8
8	35.607	35.594	35.600	+ 7	- 6
9	35.620	35.624	35.600	+ 20	+ 24

DEL 3

Bjälklag	Linje B4	Linje B5	Nom. mått	Avvikelse (mm)	
				B4	B5
2	35.401	35.390	35.400	+ 1	- 10
3	35.405	35.401	35.400	+ 5	+ 1
4	35.593	35.598	35.600	- 7	- 2
5	35.593	35.602	35.600	- 7	+ 2
6	35.594	35.611	35.600	- 6	+ 11
7	35.600	35.617	35.600	0	+ 17

DEL 4

Bjälklag	Linje B5	Linje B6	Nom. mått	Avvikelse (mm)	
				B5	B6
2	35.387	35.381	35.400	- 13	- 19
3	35.405	35.376	35.400	+ 5	- 24
4	35.598	35.588	35.600	- 2	- 12
5	35.603	35.578	35.600	+ 3	- 22
6	35.595	35.608	35.600	- 5	+ 8
7	35.598	35.617	35.600	- 2	+ 17

DEL 5

Bjälklag	Linje B1	Nom. mått	Linje B2	Avvikelse (mm)	
				Nom. mått B1	B2
2	71.415	71.400	42.574	42.600	+ 15 - 26
3	71.414	71.400	42.593	42.600	+ 14 - 7
4	71.606	71.600	42.786	42.800	+ 6 - 14
5	71.605	71.600	42.781	42.800	+ 5 - 19
6	71.608	71.600	42.778	42.800	+ 8 - 22
7	71.597	71.600	42.797	42.800	- 3 - 3
8	71.614	71.600	42.789	42.800	+ 14 - 11
9	71.615	71.600	42.810	42.800	+ 15 + 10

DEL 6

Bjälklag	Linje L1	Linje L2	Nom. mått	Avvikelse (mm)	
				L1	L2
2	50.402	50.395	50.400	+ 2	- 5
3	50.407	50.407	50.400	+ 7	+ 7
4	50.383	50.409	50.400	- 17	+ 9
5	50.375	50.403	50.400	- 25	+ 3
6	50.367	50.406	50.400	- 33	+ 6
7	50.381	50.387	50.400	- 19	- 13

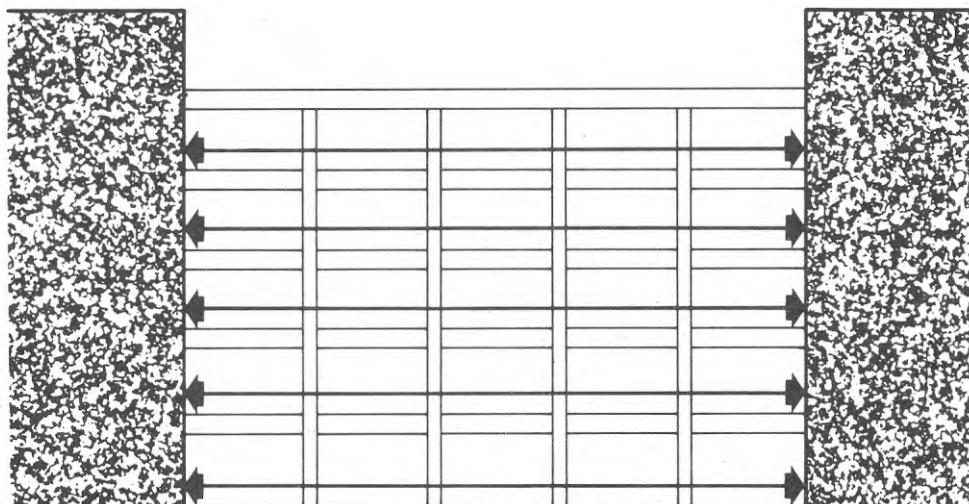


FIG. 13 Mätt utrymme mellan trapphustorn

Measured distance between staircase towers

Åttio mått har mätts. I del 2 och del 5, linje B1 har monterat skett mot redan monterade pelare. Detta innebär att 64 mätningar har utförts mellan platsgjutna torn.

Den tillåtna avvikelserna kan teoretiskt uppgå till 30 mm, ± 15 mm på vardera tornet. I fem fall har detta värde överskridits dvs 7,8 %. Av de fem överskridandena förekommer dock fyra inom samma del och linje.

Betraktar man de uppmätta värdena finner man att utrymmet kan variera ganska mycket mellan intilliggande bjälklag inom samma del. Vid uppmätningen kunde man konstatera att dessa variationer till stor del beror på att vid formsättning och gjutning av varje ny våning kunde en förskjutning uppstå i förhållande till underliggande våning. Förskjutningen kunde uppgå till storleksordningen 10 mm.

Förskjutningen mellan de olika våningsplanerna torde vara den största orsaken till att man vid ett bjälklag kunde konstatera ett för stort utrymme mellan tornen, medan man vid ett överliggande bjälklag hade ett för trångt utrymme.

Den ur måttssynpunkt största avvikelsen är dock den avvikelse som erhållits mellan de två måtten, på samma bjälklag. Av de uppmätta måtten på 24 bjälklag är vid 7 bjälklag de båda måtten mindre än det nominella, vid 4 är de större och vid hela 13 bjälklag är det ena måttet större och det andra mindre än det nominella. Det innebär att skevheten är den dominerande måttavvikelsen mellan platsgjutna torn.

5.3 Konsoler

I de platsgjutna tornen har konsoler för balkarna gjutits in i varje våning. Konsolernas avvikelse från rätt läge har uppmätts. Mätningen har tillgått så, att konsolernas rätta läge satts ut på det platsgjutna tornet i plan 3. På den utsatta punkten har sedan en millimetergraderad tejp fästs. Centrum konsol har sedan med teodolit lodats ned till märket, se FIGUR 14 på vilket en ev avvikelse direkt avlästs.



FIG. 14 Graderad tejp
Graduated tape

I histogrammet i FIGUR 15 redovisas konsolernas avvikelse från basläge.

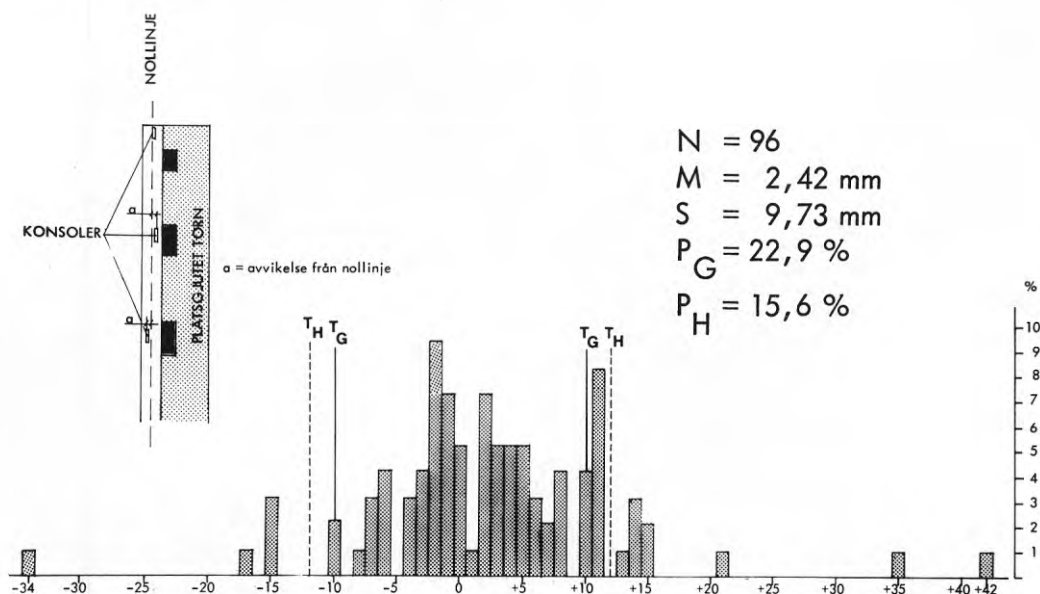


FIG. 15 Konsoler för balkar i platsgjutna torn:
Avvikelse i läge från basmått. + = stigande koordinater i byggnadens system

Brackets for beams in the in-sity tower:
Horizontal deviation from basic position. + or -: according to the coordinate system on the site

Avvikelsen från basläget är naturligtvis mycket beroende på de platsgjutna tornens eventuella lägesavvikelse. För att få en uppfattning om den lokala noggrannheten, dvs med vilken noggrannhet konsolerna i en och samma montagelinje gjutits in, har en beräkning av avvikelserna mellan intilliggande konsoler gjorts. Denna beräkning redovisas i histogrammet i FIGUR 16. Standardavvikelsen är här betydligt mindre än den som beräknats för avvikelserna från basläget.

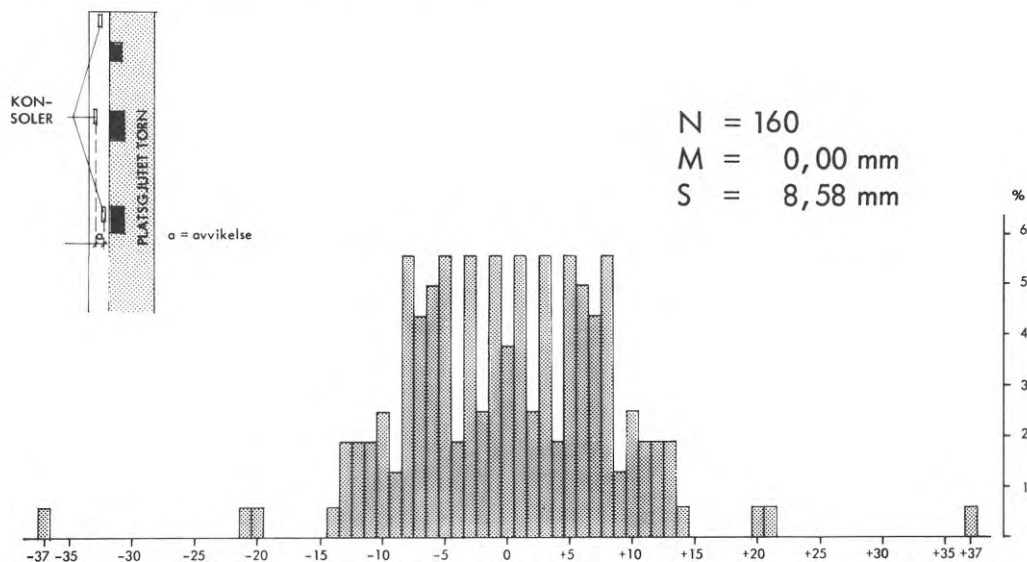


FIG. 16 Konsoler för balkar i platsgjutna torn:
Avstånd i sida mellan vertikalt närläggna konsoler
Brackets for beams in the in-situ tower:
Deviation between vertically adjacent brackets

Det kan vara intressant att jämföra standardavvikelsen för konsolernas lokala noggrannhet med standardavvikelsen för pelarnas lodavvikelse per våning "tvärs balk", se punkt 6.107. Det är då möjligt att få en uppfattning om någon skillnad i avvikelse mellan konsoler i platsgjutna och prefabricerade delar föreligger. Standardavvikelsen för de platsgjutna konsolerna är 8,6 mm och den våningsvisa lodavvikelsen för pelare är 4,3 mm. En signifikant skillnad föreligger.

6 MÄTDATA FRÅN MONTERAD STOMME

6.1 Pelare

6.1.01 Beskrivning av pelare

Pelare med 1, 2, 4 och 5 våningars höjd har monterats i kvarteret Garnisonen. De längsta pelarna är 17.150 m långa dvs 5 våningar. Den del av byggnaden som ligger längs Karlavägen består av 7 våningar ovan mark. Här har 2-vånings skarvtoppar, 6.050 m långa, monterats på de 5-våningshöga pelarna. I huvudsak har 5-våningshöga pelare studerats. Där dessa varit försedda med skarvtoppar har även dessa medtagits i studien.

Dimensionen på pelare är i de två första våningarna 600 x 600 och i ovanliggande våningar 400 x 600, se FIGUR 17. Samtliga pelare har monterats på skruvar \varnothing 32 mm ingjutna i bjälklag 2 (platsgjutet). Skarvtopparna har också monterats på skruvar gängade i underliggande pelartopp. Pelarna har konsoler av plattstål i vilka balkarna hängts upp.

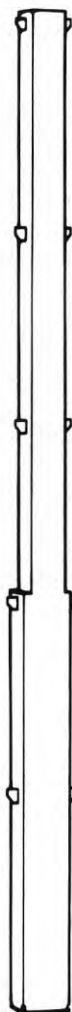


FIG. 17 Pelare
Column

Dimensionsuppgifter 5-vånings pelare:

Längd	17 150 mm
Bottenyta	600 x 600 mm
Toppyta	400 x 600 mm
Vikt	ca 12 000 kg

6.1.02 Tjockleksavvikelse

De tillverkningsmått som mätts på pelarna är breddmättet. Mätningen som utförts med skjutmått visar att pelarna är i medeltal 2-3 mm för breda, se histogrammet i FIGUR 18. Standardavvikelsen är 1,67 mm.

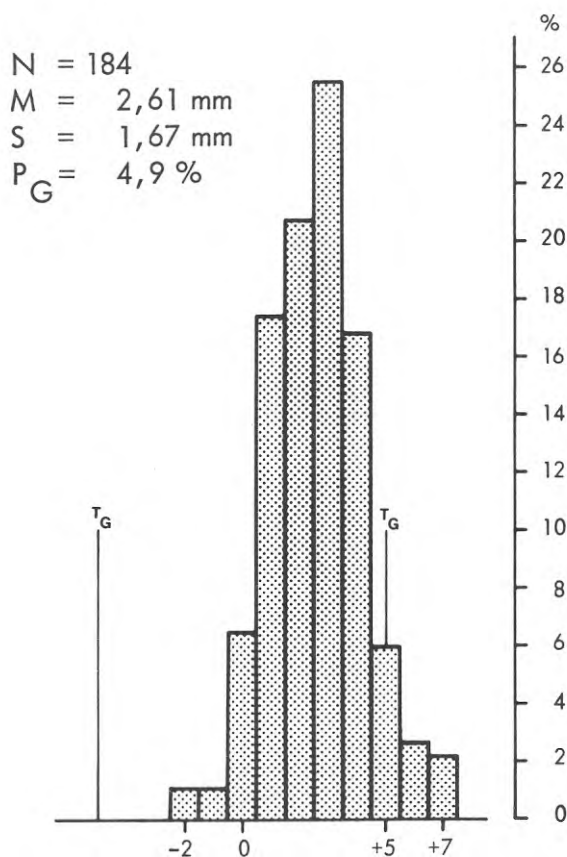


FIG. 18 Pelare: Avvikelse från tjocklek (400 + 600)

Columns: Deviation in thickness

6.1.03 Beskrivning av mättningsarbete i samband med montering och lodning

Pelarna monterades som omnämmts på platsgjutna skruvgrupper. Skruvgrupperna blir därför styrande för pelarnas läge i plan. Genom att hålen i pelarens fotplattor, $\varnothing 42$, var större än skruven, $\varnothing 32$, kunde en viss lägesavvikelse på skruvarna korrigeras, men framförallt fanns möjlighet att justera pelaren med avseende på dess vridning.

Runt skruvgruppen spikades därför före montage en fyrkant av bräder, på vilka centrumlinjerna för pelarna sattes ut. Från centrumlinjerna mättes hörnpunkterna ut och befästes med spikar i brädorna. Mellan spikarna spändes gumminsnoddar, inom vilka pelaren sedan kunde justeras in, se FIGUR 19.

För utsättning av uk pelarfot avvägdes en på muttrarna lagd underläggsbricka, som skruvades till rätt höjd.

När pelarna placerats och justerats in på skruvarna måste de lodas in i sitt vertikalkplan. Detta gjordes med två teodoliter uppställda någorlunda i pelarens B- och K-riktning. Principen var att teodoliterna riktades mot pelarens botten och trådkorset fick tangera en av sidorna. Vertikalkplanet fördes sedan upp genom vridning av teodoliten. Med hjälp av muttrarna på skruvarna justerades sedan pelaren in i teodolitens vertikalkplan.

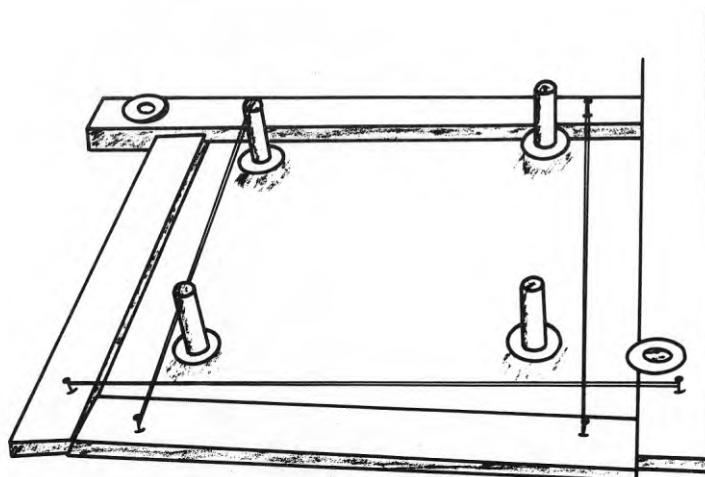


FIG. 19 Utsättning av pelares läge för montering
Setting out the position of a column prior to erection

Vid ett tidigt stadium konstaterades att pelarna påverkades vid montaget av de övriga komponenterna. Pelarna tenderade att luta ut från facket (tvärs balk), allteftersom montaget fortskred i höjd. Orsaken var att de excentriskt upphända balkarna måste pressas ut i horisontalled med hjälp av vantskruvar som placerades mellan balk och kassetände. Detta fick till följd att även pelarna påverkades och lutades utåt. För att kompensera denna lutning ställdes pelarna vid montaget inte i lod utan lutades ca 25 mm in mot facket. Under montaget följdes sedan pelarnas rörelser med teodolit och alltför stora rörelser fick åtgärdas genom att pelarna drogs rätt med vajer.

6.1.04 Lägesavvikelse i botten

Läget i botten är inmätt i förhållande till närmaste nollinje och styrs helt av skruvgruppens läge. Histogrammet i FIGUR 20 visar ett medelvärde på 2,2 mm och en standardavvikelse på 7,9 mm. Dessa värden kan jämföras med skruvgruppernas värden för lägesavvikelsen som är 1,0 mm resp 6,0 mm. Den håltagning i pelarfoten, med något större diameter än bultarna som medgav en viss justering av läget har alltså icke lett till en bättre lägesplacering. Detta beror på att man för att justera vridningen, som är åsatt en mindre tolerans, varit tvungen att göra det på en viss bekostnad av läget.

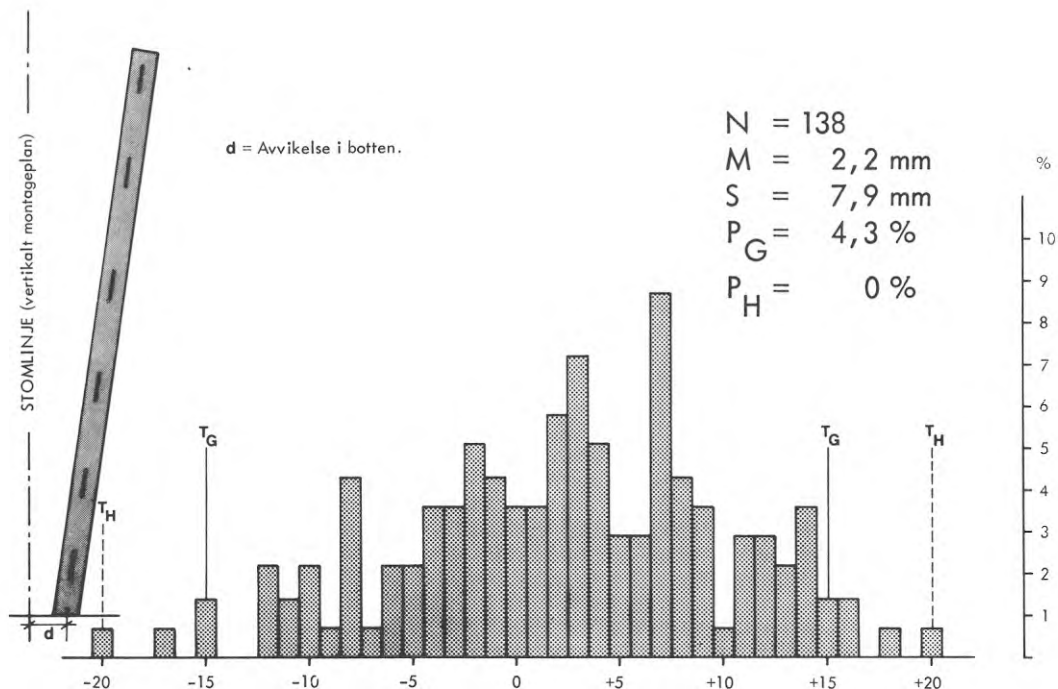


FIG. 20 Pelare: Lagesavvikelse i botten
 Columns: Deviation from position at the base

6.1.05 Lagesavvikelse i toppen

Lagesavvikelsen i pelarens topp blir en kombinasjon av læget i botten og pelarens lodavvikelse. Lagesavvikelsen i toppen bør derfor ha en større standardavvikelse enn avvikelsen i botten. Att så er fallet framgår også av histogrammet i FIGUR 21 som viser at medelverdet er 0,5 mm og standardavvikelsen 11,7 mm, hvilket skall jämföras med 7,9 mm som är standardavvikelsen för læget i botten.

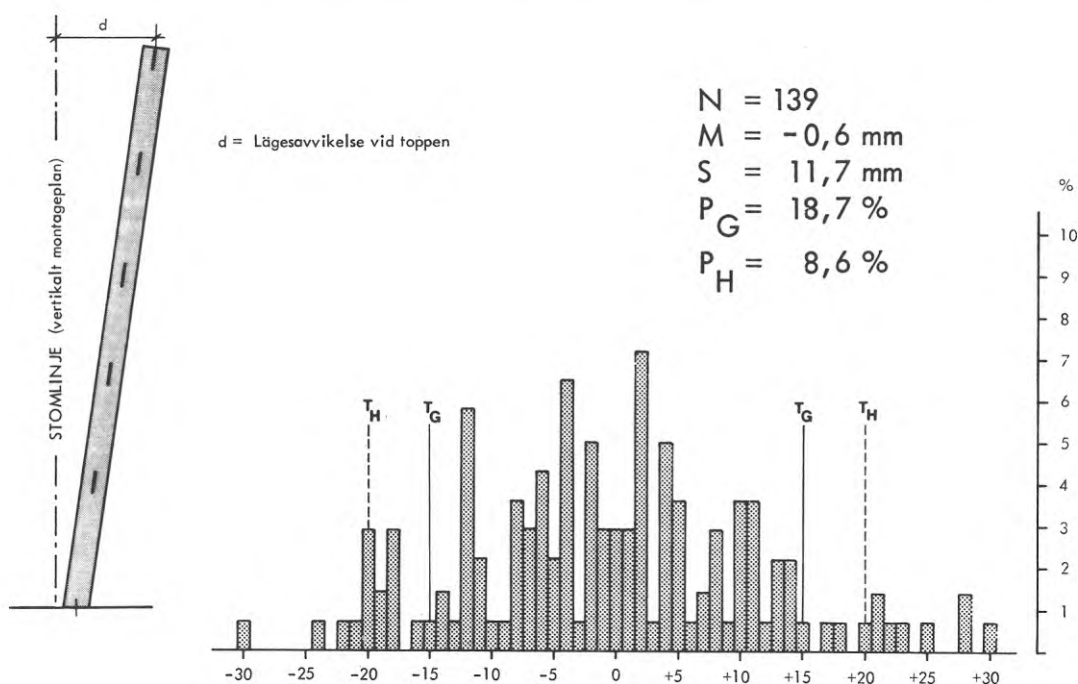


FIG. 21 Pelare: Lagesavvikelse i toppen
 Columns: Deviation from position at top

Under punkt 6.1.06 framgår att standardavvikelsen för pelarens lodavvikelse är 10,9 mm. Enligt felfortplantningslagen kan man skriva:

$$S_{Lt}^2 = S_{Lb}^2 + S_{Al}^2 \quad \text{där}$$

S_{Lt} = den ur formeln beräknade standardavvikelsen för pelarnas läge i toppen.

S_{Lb} = Den ur mätningarna erhållna standardavvikelsen för pelarnas läge i botten ($S_{Lb} = 7,9$ mm).

S_{Al} = Den ur mätningarna erhållna standardavvikelsen för pelarnas lodavvikelse ($S_{Al} = 10,9$ mm).

Med dessa värden blir:

$$S_{Lt}^2 = 7,9^2 + 10,9^2 = 181,22 \quad \text{och} \quad S_{Lt} = 13,5 \text{ mm}$$

Eftersom den ur mätvärdena erhållna standardavvikelsen är 11,7 mm tyder detta på en reducerande korrektion mellan läge och lodavvikelse.

Den slutsats som kan dras av detta är att vid montage av en pelarbalkstomme, som t ex på kvarteret Garnisonen, är det två faktorer som bidrar till att alltför stora värden på läget i botten och lutningen inte ensidigt adderas åt samma håll. En faktor är den tolerans som är åsatt pelaren. Är t ex lägesavvikelsen stor i botten tillåts inte alltför stor lutning. Den andra faktorn är den fysiska begränsning som anslutande komponenter utgör.

6.1.06 Lutning hela pelaren (17,150 m)

Histogrammet i FIGUR 22 visar att lutningen för de femvåningshöga pelarna har ett medelvärde på - 2,6 mm och en standardavvikelse på 10,9 mm. Avvikelsen har räknats positiv med stigande koordinater i husets system. Om man delar upp avvikelsen i de båda koordinataxlarnas riktning, erhåller man värdena - 0,9 mm och 10,6 mm respektive 1,0 mm och 11,8 mm. Att någon signifikant avvikelse råder mellan de två balkriktningarna kan inte påvisas.

Under punkt 6.1.03 omnämns att pelarna på grund av montageförfarandet tenderade att luta ut från facket (tvärs balk), vilket man försökte kompensera genom att från början luta pelarna ca 25 mm in mot facket. Om pelarnas lutning efter montage av nämnda orsak erhållit en systematisk lutning i riktning tvärs balk har undersökts. Genom att lutningen in mot facket beräknas negativ och lutningen ut från facket positiv bör vid en systematisk lutning medelvärdet karaktäristiskt avvika från 0. Resultatet som framgår av histogrammet i FIGUR 23 visar att medelvärdet för lutning är 1,2 mm och standardavvikelsen 12,5 mm. Montageförfarandet har alltså inte bidragit till någon systematisk lutning.

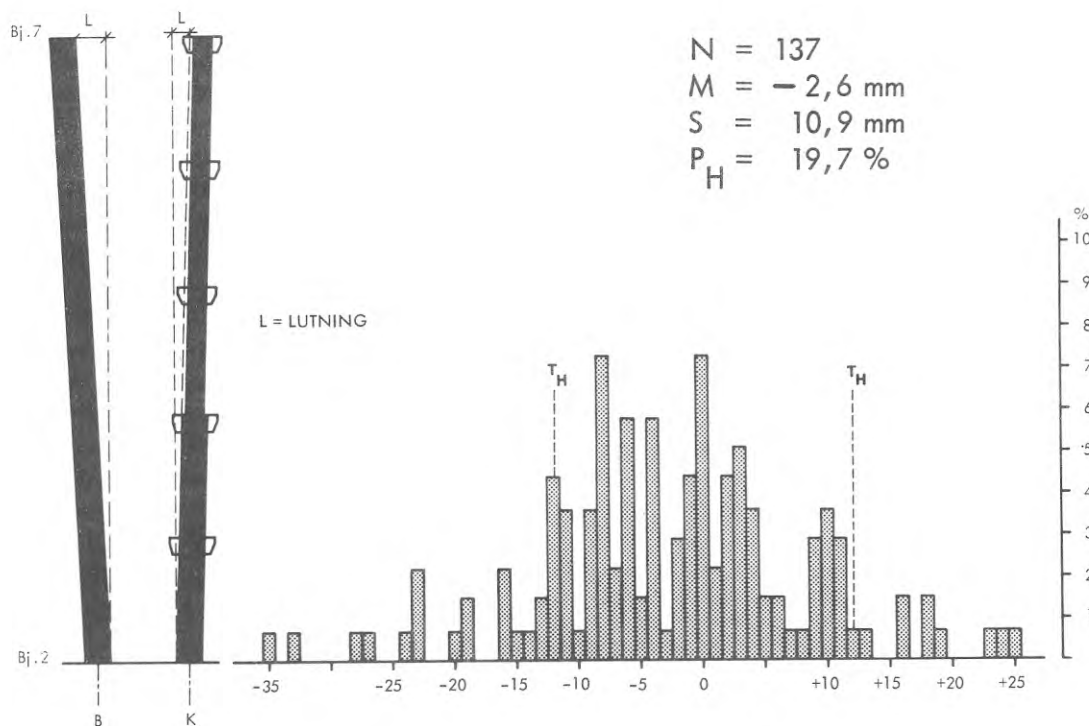


FIG. 22 Pelare: Lutning
Columns: Deviation from verticality

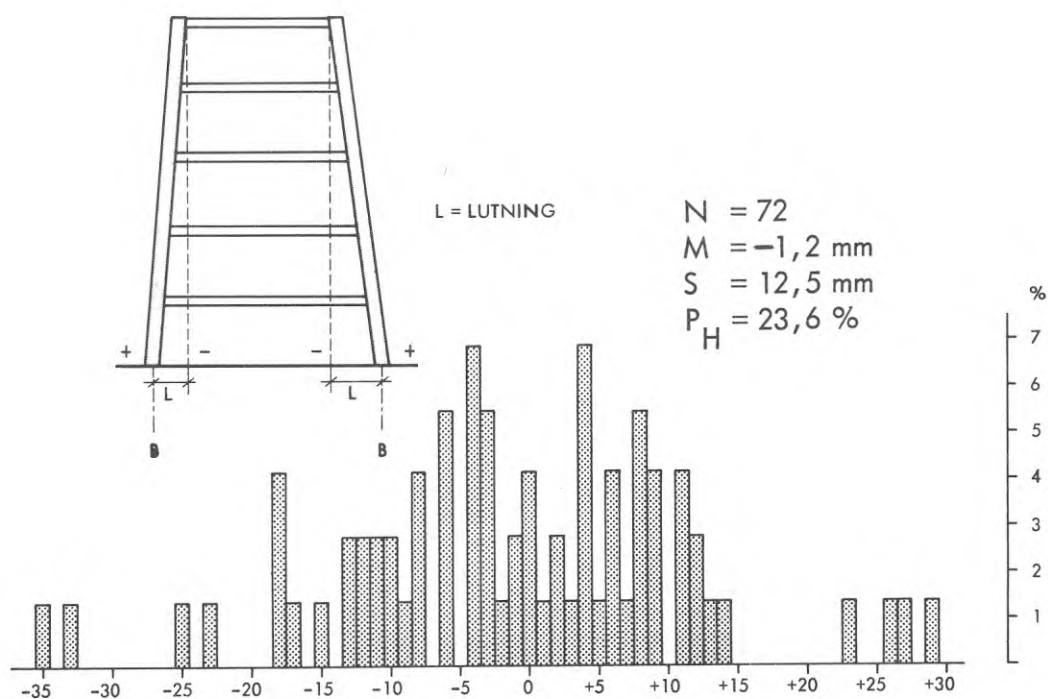


FIG. 23 Pelare: Lutning tvärs balk. Avvikelserna benämns negativt vid lutning in mot våningsplanet och positivt vid lutning från våningsplanet

Columns: Deviation from verticality perpendicular to the direction of the beam. The deviations are designated negative when the column leans in towards the building and positive when it leans away from the building

6.1.07 Lutning per våning

Pelarna har delats upp i lutning "längs balk" och "tvärs balk". Histogrammen i FIGUR 24 och 25 visar att ingen skillnad förekommer. De uppmätta värdena är "längs balk" $M = -0,6$ mm och $S = 4,4$ mm samt "tvärs balk" $M = 0,5$ mm och $S = 4,3$ mm. Större delen av lutningen per våning kan tillskrivas den krokighet pelaren erhåller vid montage.

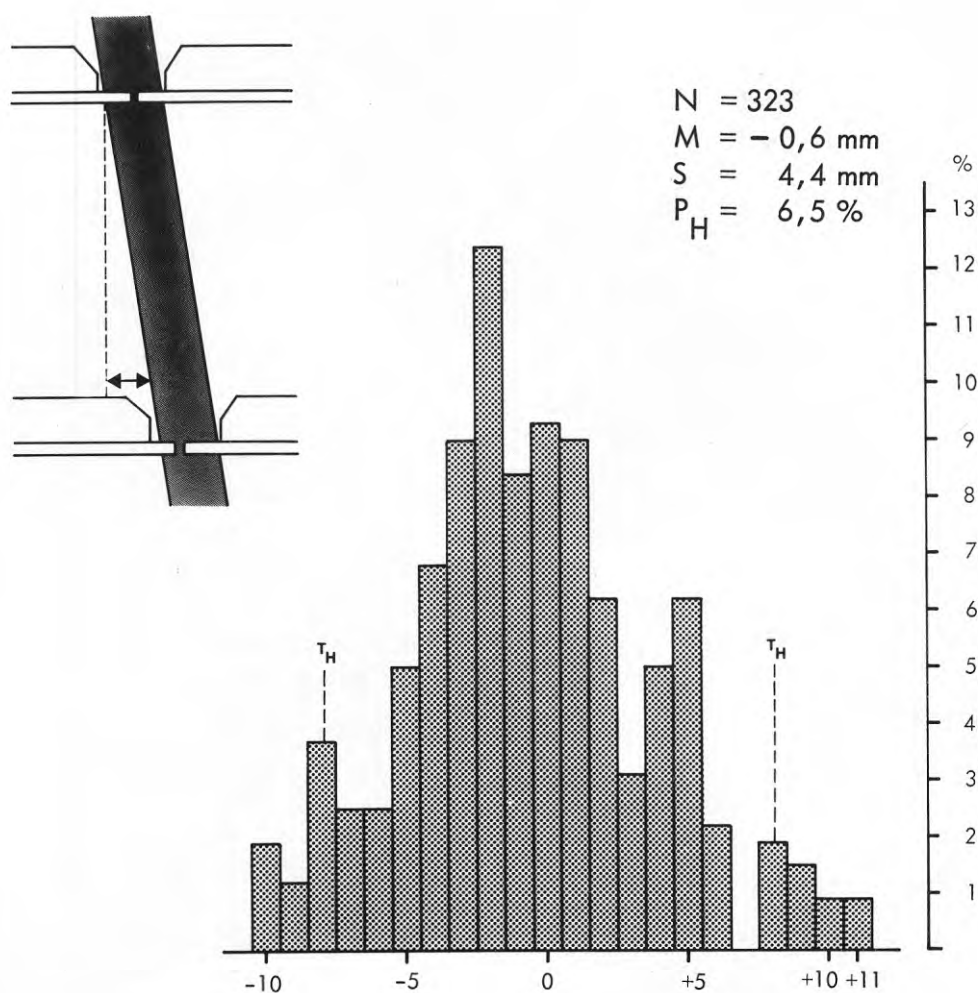


FIG. 24 Pelare: Lutning, per våning, längs balk, samtliga plan 3-9, + = stigande koordinater i byggnadens system

Columns: Deviation from verticality in the direction of the beam. For a single-storey. All floors 3-9. + or -: according to the coordinate system on the site

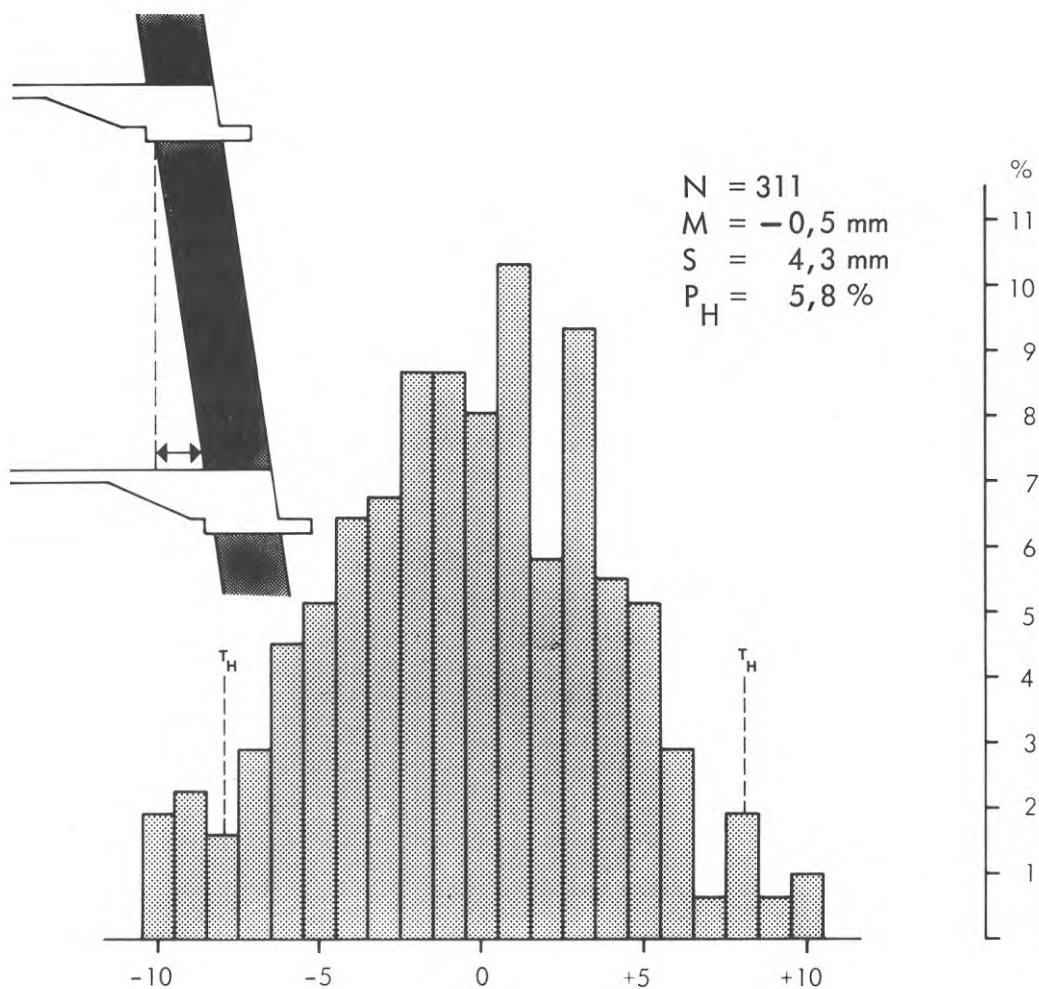


FIG. 25 Pelare: Lutning, per våning, tvärs balk samtliga plan 3-9
 + = stigande koordinater i byggnadens system

Columns: Deviation from verticality perpendicular to the direction of the beam. For a single storey. All floors 3-9

Någon skillnad mellan olika våningar har inte heller kunnat påvisas. En lodavvikelse på upp till 10 mm kan alltså förekomma på en våningshöjd (2,40 m), se figur 24 och 25.

6.1.08 Avstånd mellan pelare

Att avståndet mellan pelarna redovisas dels i balkens längdriktning och dels dess tvärled, beror på att det förekommer en signifikant skillnad mellan medelvärdena för de två avstånden.

I balkens längdriktning är medelvärdet på avvikelserna 0,4 mm och standardavvikelsen 10,5 mm, vilket framgår av histogrammet i FIGUR 26.

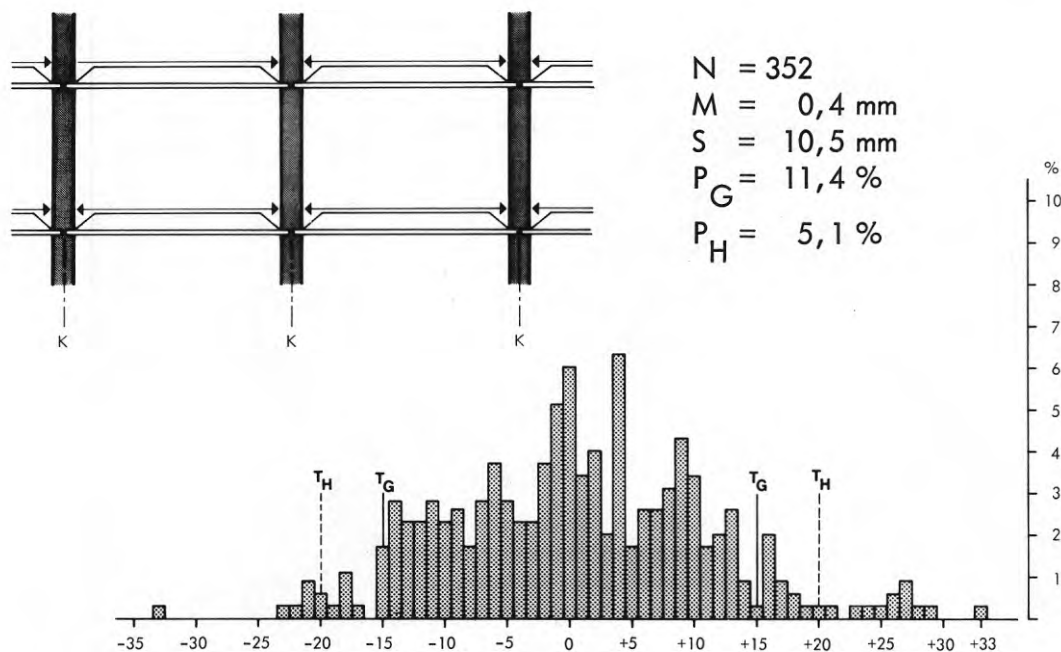


FIG. 26 Pelare: Avvikelse längs balk från basmått mellan pelare, mätt vid överkant bjälklag. Samtliga plan

Columns: Deviation in the direction of the beam from basic dimension between columns, measured at the top of the floor slab. All floors.

I balkens tvärriktning, se histogrammet i FIGUR 27 framgår att medelavståndet är $-9,3 \text{ mm}$ och standardavvikelsen $11,9 \text{ mm}$.

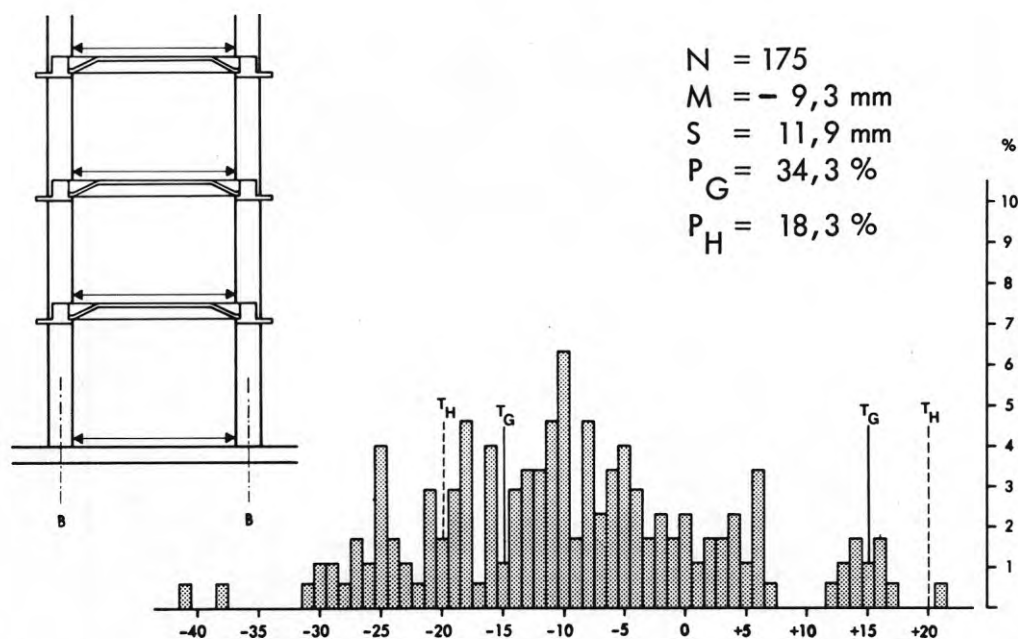


FIG. 27 Pelare: Avvikelse tvärs balk från basmått mellan pelare, mätt vid överkant bjälklag, samtliga plan

Columns: Deviation perpendicular to the direction of the beam from basic dimension between columns, measured at the top of the floor slab. All floors

Vid pelarfot har avvikelserna tvärs balk ett medelvärde på - 12 mm.

Vid mätning av avstånden mellan pelarna har i balkens längdriktning centrum/centrum pelare mätts. I tvärled har avståndet mellan pelarna mätts.

6.1.09 Vridning pelare

Pelarnas vridning framgår av histogrammet i FIGUR 28. Medelvärdet - 0,3 mm och standardavvikelsen 3,2 mm har beräknats på mätningar gjorda i samtliga våningar.

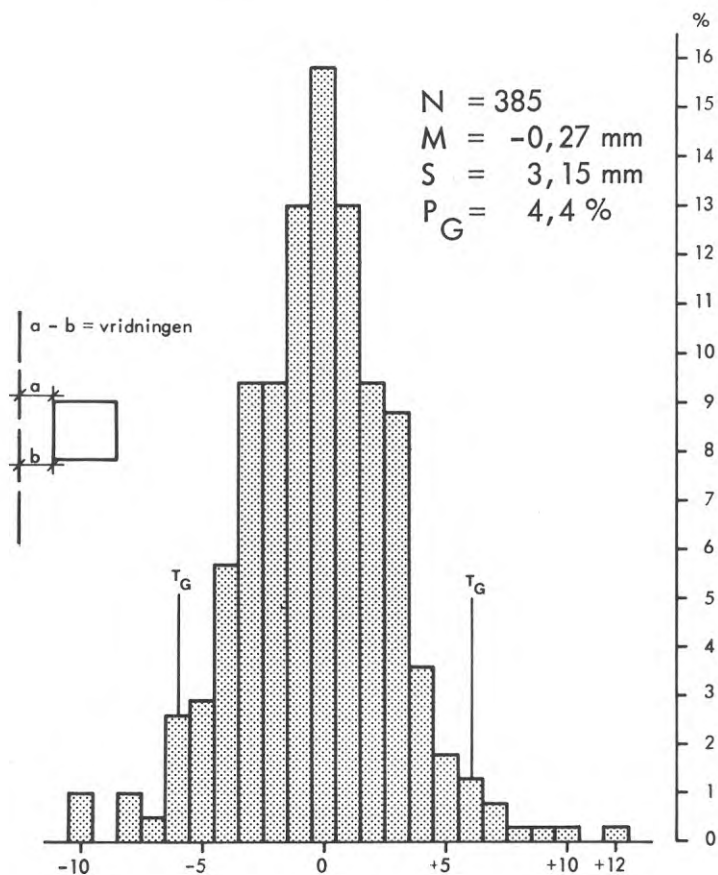


FIG. 28 Pelare: Vridning
Columns: Torsion

Värdena kan jämföras med pelarnas vridning som uppmätts i botten, bjälklag 2. Medelvärdet är där - 0,6 mm och standardavvikelsen 3,5 mm. Vridningen har betecknats positiv inåt facket och avvikelserna relaterats till mätpunkten med högsta k-koordinaten, se FIGUR 29. Någon signifikant avvikelse föreligger inte mellan vridningen i botten och övriga våningar.

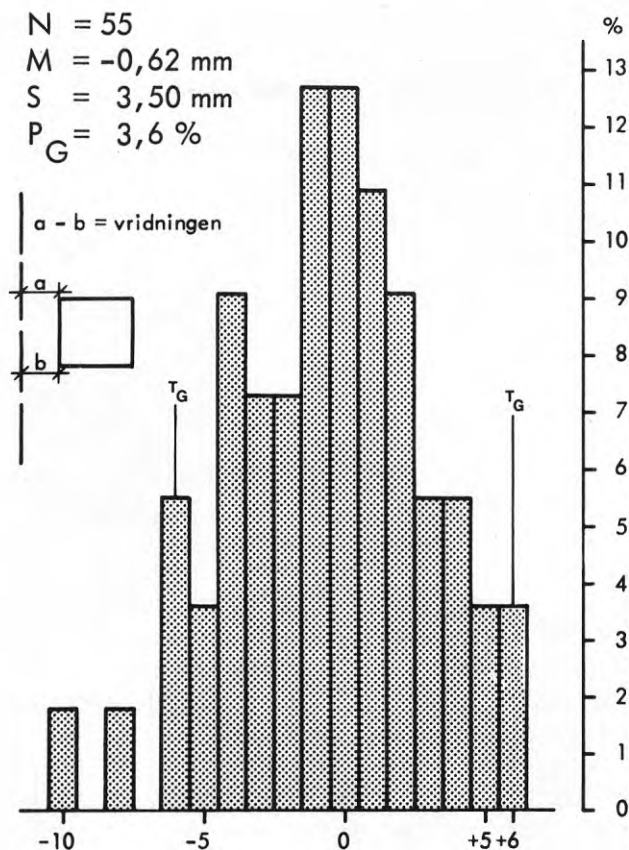


FIG. 29 Pelare: Vridning, bj 2
Columns: Torision, floor 2

6.1.10 Faktorer som bidragit till pelarnas avvikelse

Som nämnts under punkt 6.1.04 styrs pelarnas läge i botten helt av dess skruvgrupp och någon faktor som vid monteraget påverkat detta läge finns således inte.

Pelarnas lodavvikelse är däremot beroende av flera faktorer under monteringen.

Vid upplodningen tangerades pelarnas kanter med teodolitens trådkors. Det innebär att en avvikelse i pelarbredden påverkar lodläget. Den fasning av pelaren som förekommer har också inneburit en försvårande faktor.

En annan försvårande faktor vid lodningen var dimensionsminskningen i ena riktningen från 600 x 600 till 600 x 400 på pelarna efter andra våningen. Att i ena riktningen ställa pelaren i lod genom att med trådkorset tangera dess botten och topp var därför inte möjligt. Företrädesvis lodades dess övre del.

Den lutning av pelarna in mot facket på ca 25 mm som gjordes för att kompensera en senare påverkan av de övriga komponenterna, se punkt 6.1.03, var en annan bidragande faktor. Att under monteraget uppskatta pelarens rörelse mot lodläget och om pelaren rört sig för mycket åtgärda detta genom att med vajer dra pelaren rätt var svårt.

Lodningen av pelarna gjordes utan genomslag med teodoliterna. Vid så branta syftlinjer som förekommer, kan med ett ojusterat eller dåligt horisonterat instrument stora fel uppstå om lodningen inte utförts i två cirkellägen.

Nämnas kan att man under den senare delen av stommontaget försökte att på pelarna markera centrum i botten och toppen med en blyertsmärkning eller skalförsedd tejp, för att eliminera de försvårande faktorer som lodning genom tangering av pelarsidan och pelarens dimensionsändring utgjorde.

6.2 Balkar

6.2.01 Beskrivning

Av de balkar som förekommer på Garnisonen, sammanlagt 104 olika littra, är det en huvudtyp i två olika utföranden som främst förekommer i denna undersökning.

Balkarna är av modell "soffa" med två upplag. I ett utförande, tvåbultsupphängd, är ena upplaget bredare för att möjliggöra montage av fasadelement och en 300 mm bred lufttrumma. Den bredare upplagshyllan gör att balken får en excentrisk tyngdfördelning vid upphängningen, se FIGUR 30.

I det andra utförandet, fyrbultsupphängd, är hyllorna lika breda och tyngdfördelningen centrisk. Detta utförande användes i de fall då bjälklagsplattor monterades på båda sidor.

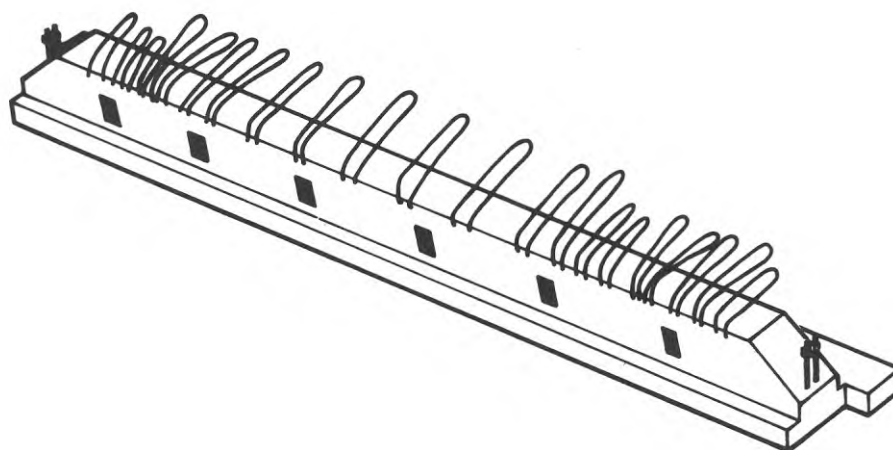


FIG. 30 Balk

Beam

Dimensionsuppgifter:

	2-bult	4-bult
Längd	7 170 mm	6 570 mm
bredd	980 mm	600 mm
höjd	600 mm	600 mm
massa	ca 5 000 kg	

Ingen åtskillnad har gjorts mellan balkvarianterna vid mätningar och beräkningar av mätdata.

6.2.02 Tillverkningsavvikelser

6.2.021 Längdsvikelser

Balkarnas dimensioner har mätts på fabrik. Längderna mättes med mätband och bandsträckare. I de fall mätpunkterna vid ändarna var svåra att definiera, realiserades dessa med hjälp av vinkelhakar.

De båda histogrammen i FIGUR 31 och 32 visar att balkarna är i medeltal 2,8 mm för korta på fasadsidan och 0,9 mm för korta på bjälklagssidan. Av figurerna framgår att ca 90 procent av balkarna klarar sig inom de uppställda toleransgränserna för kvarteret Garnisonen. De betydligt vidare toleranser som anges i Hus-AMA inhålls i samtliga fall.

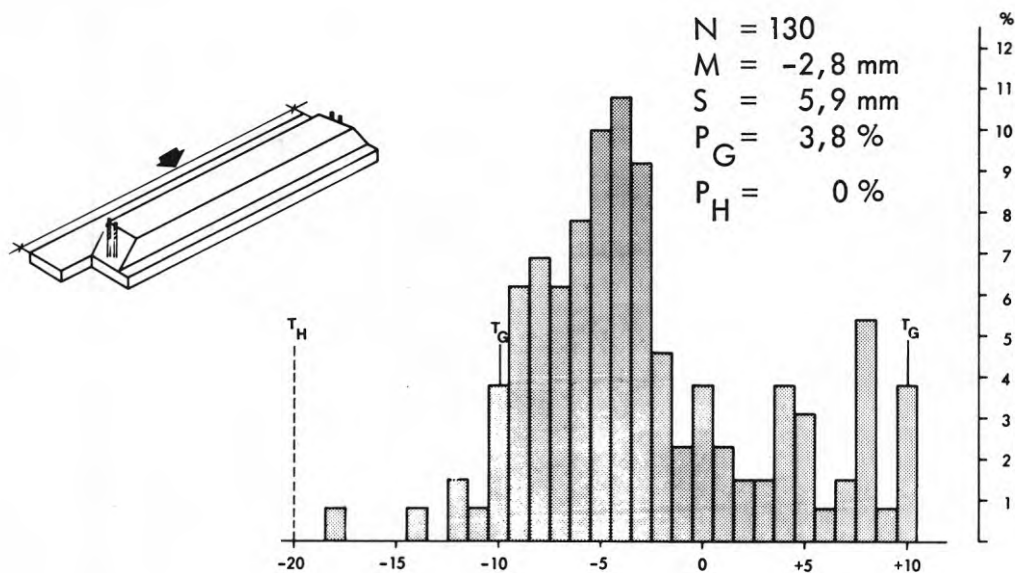


FIG. 31 Balkar: Yttersida, avvikelse från basmått
 Beams: Outside, deviation from basic dimension

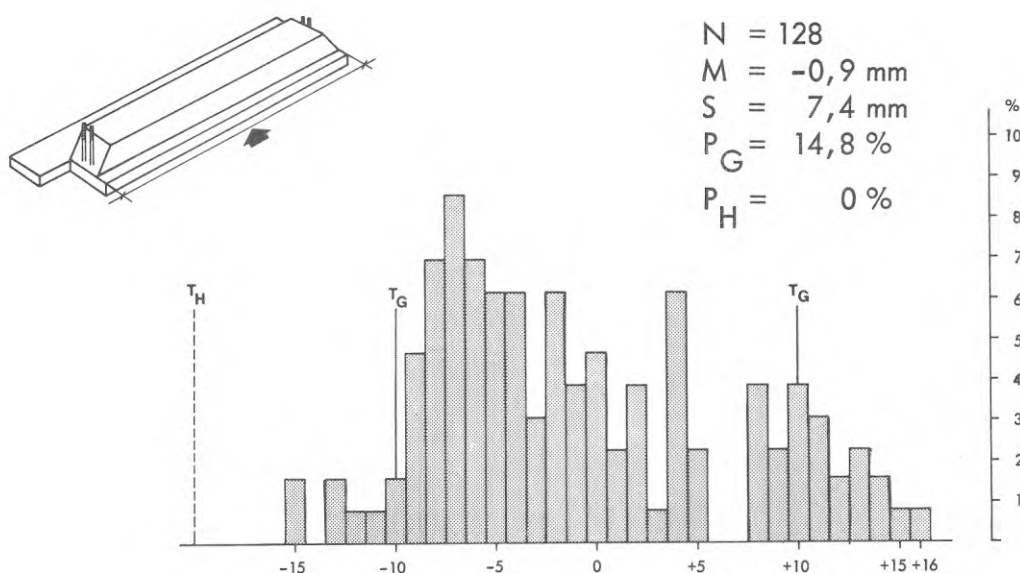


FIG. 32 Balkar: Innersida, avvikelse från basmått
Beams: Inside, deviation from basic dimension

6.2.022 Breddavvikelser

Mätningarna omfattade den typ av balkar som ligger i fasadliv.

Histogrammet i FIGUR 33 visar att balkarnas undersida i genomsnitt är för bred.

Toleransen ($\pm 5 \text{ mm}$) för kvarteret Garnisonen har ändå uppfyllts rätt väl, mer än åttio procent av balkarna klarar toleransen. Spridningen hos materialet är heller inte större än det skulle rymmas inom toleransvidden om man bara lyckats förskjuta tyngdpunkten närmare det "rätta" måttet.

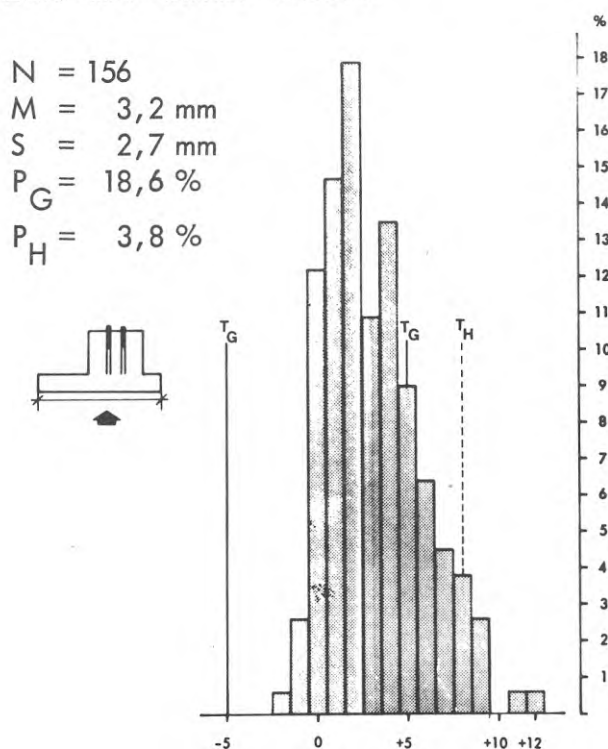


FIG. 33 Balkar: Avvikelse i bredd från basmått
Beams: Deviation in width from basic dimension

Att balkarna är för breda är säkerligen en av de faktorer som har bidragit till vändningen av fästjärn vid fasadmontage, som beskrivs i produktionsstudien, rapport R39:1973, "Montering och komplettering av betongstomme för kontorsbyggnad - produktionsdata".

6.2.023 Upplagstjocklek

Mätningarna har utförts på fabrik. Tjockleken har mätts med skjutmått.

Mätningen omfattar både upplaget för fasaden och TTK-plattorna.

Resultaten som framgår av histogrammen i FIGUR 34 och 35 visar att upplagstjocklekarna till den övervägande delen har blivit större än basmättet.

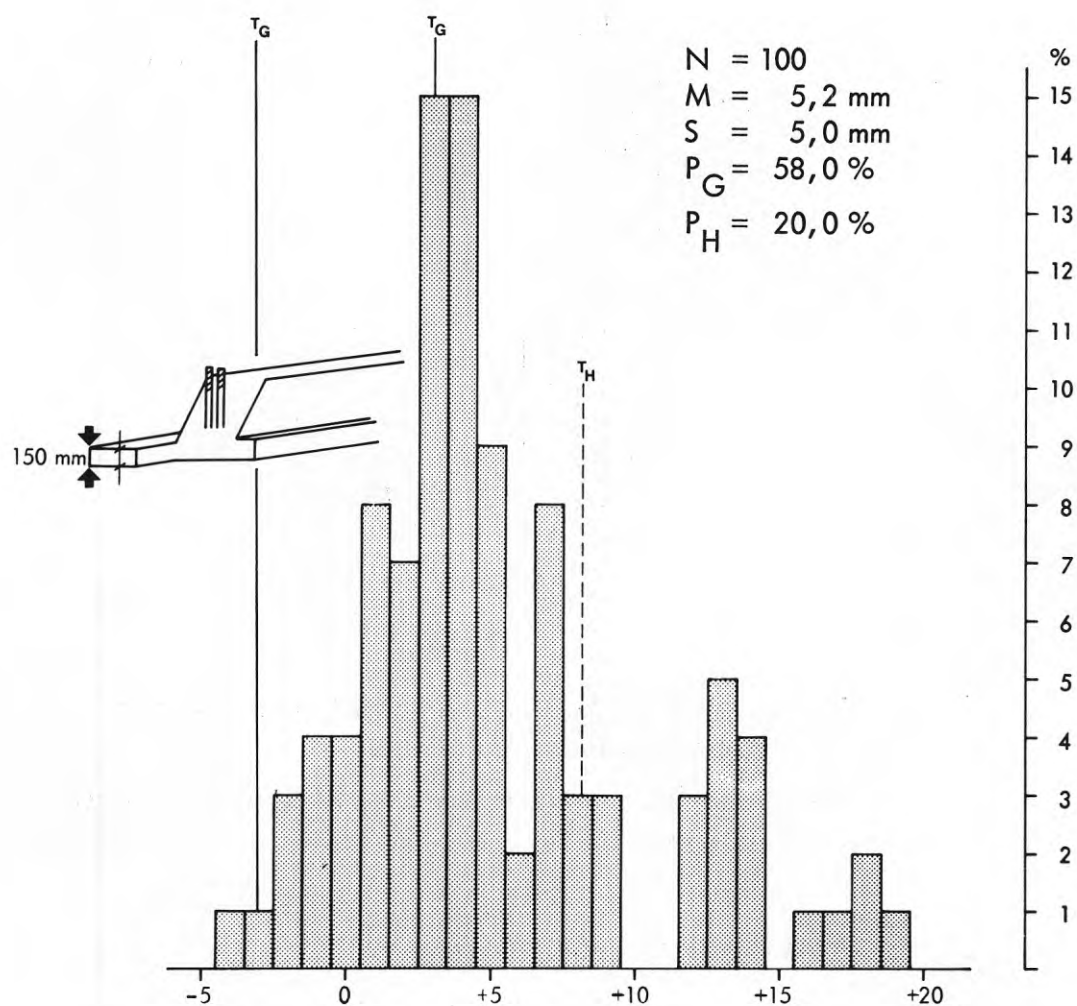


FIG. 34 Balkar: Avvikelse från upplagstjocklek, yttersida, mätt vid balkens ände

Beams: Deviation in thickness of beam seat on the outside, measured at the end of the beam

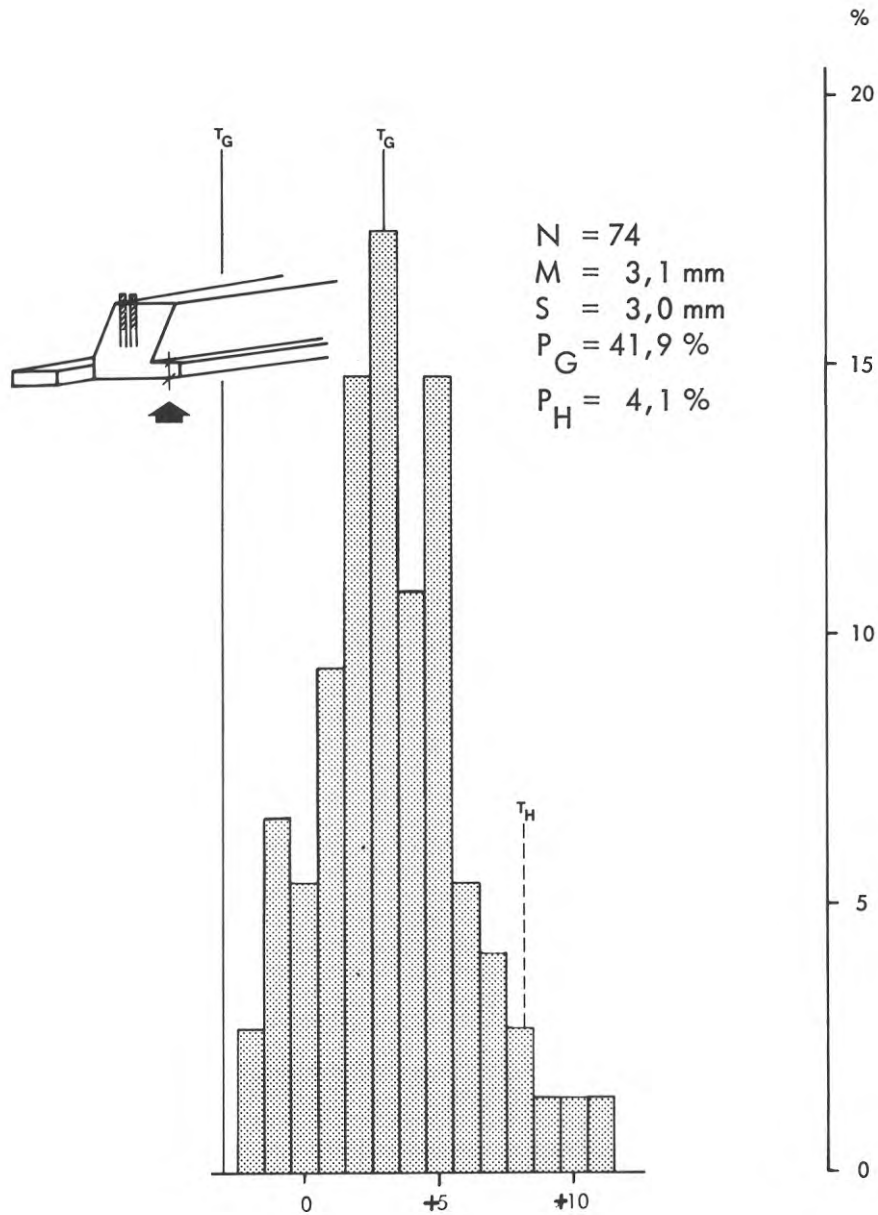


FIG. 35 Balkar: Avvikelse från upplagstjocklek innersida, mätt vid balkens ände. Basmått = 150 mm

Beams: Deviations in thickness of beam seat on the inside, measured at the end of the beam

6.2.03 Utsättning och monteringsmetod

Balken kopplades i sina två lyftöglor av kranbiträdet. Under hissningen upp till monteringsstället hjälpte denna via styrlinan till med manövrering av balken förbi pelare m m. När balken kommit upp till monteringsstället tog montörerna plats vid var sin ände på balken. Vid hissning från valv till monteringsläge styrdes balken av montörerna, se FIGUR 36.



FIG. 36 Inpassning av balk
Fitting the beam into position

Balken hissades så att den låg an mot underkant konsol i pelaren. Medan kranen höll elementet lades fästbrickorna (oken) över konsolen på pelaren, se FIGUR 37 och muttrarna gängades på. Under tiden balken fästes avvägdes underkant balk i båda ändar, för att få fram rätt höjd. När balken låg an mot underkant konsol var den mestadels för hög. Utsättaren meddelade montörerna hur mycket balken skulle sänkas i var ände, varefter detta avstånd uppmättes mellan bricka (ok) och fästmutter som injusterades. Då balken sedan efter sänkning vilade på konsolerna, erfordrades mycket små höjjusteringar med muttrarna.



FIG. 37 Förankringsbricka (ok) monteras
Placing of anchorage washer (yoke)

Därefter sattes stämp mellan underliggande balk och underkant monterad balk för att förhindra en vridning av den senare, se FIGUR 38.



FIG. 38 Stämning av balk
Propping of beam

Sedan montörerna lossat krokarna, avvägdes balkens vridning. Vridningen justerades med hjälp av stämpan. Balken skulle vara 8-10 millimeter lägre vid fasadsidan för att komma i rätt läge vid plattmontering.

6.2.04 Höjdavvikelser

Vid monteringen av balken var det undersidan som kontrollerades och justerades av utsättaren och montörerna i enlighet med 6.2.03.

6.2.041 Underkant balkände

Föreskrivna toleranser i höjd för underkant balk vid upplag är för kvarteret Garnisonen ± 5 mm, 2/3 av populationen ligger inom detta värde. Se FIGUR 39, höjdavvikelser underkant, vid ändarna.

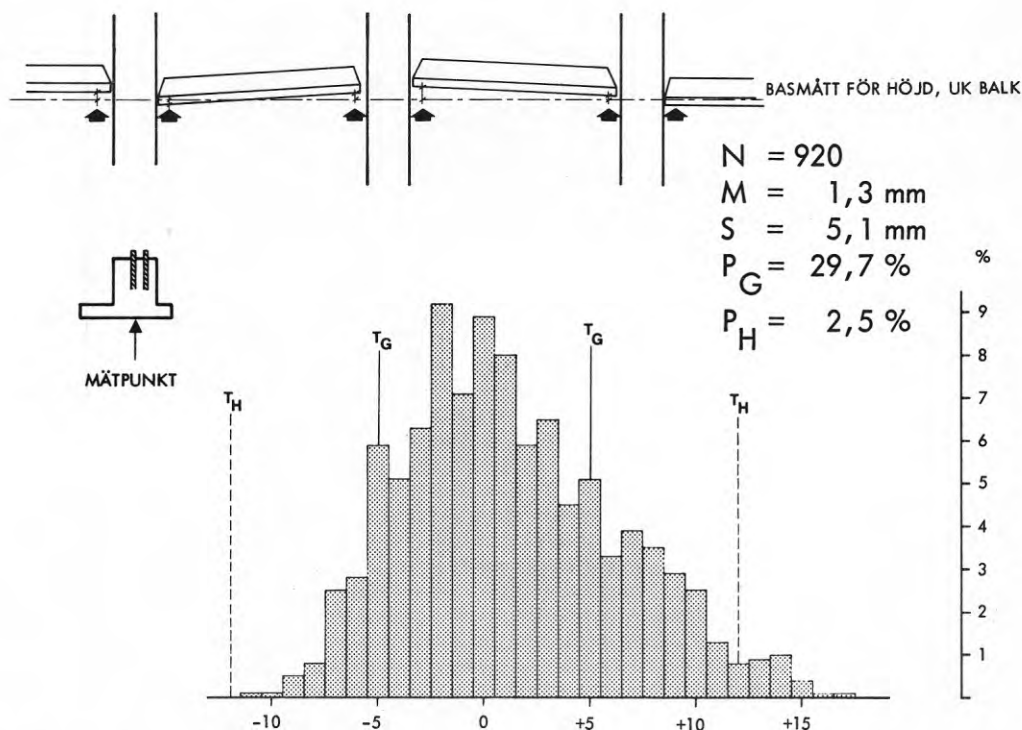


FIG. 39 Balkar: Avvikelse i höjd, underkant, mätt vid ändarna

Beams: Deviations in level at the soffit, measured at the ends

Fördelningen är dessutom något sned och förskjuten mot positiva avvikelser. Hus-AMA:s tolerans är \pm tolv millimeter och svarar bättre mot den noggrannhet man kunnat hålla vid monteringen.

6.2.042 Överkant balkände

Avvikelse i höjd vid ändarna, översida upplag har, jämfört med motsvarande mått på undersidan, förskjutits betydligt mot positiva avvikelser, se FIGUR 40.

För översidan har inga toleranser föreskrivits utan avvikelserna erhålls vid jämförelse med den projekterade höjden. Medelvärde har ökat från plus 1,3 millimeter för undersidan till 9,2 millimeter för översidan och standardavvikelsen har ökat från 5,1 millimeter till 7,4 millimeter. Skillnaden mellan över- och undersida beror på variation i upplagstjocklek, se punkt 6.2.023 upplagstjocklek.

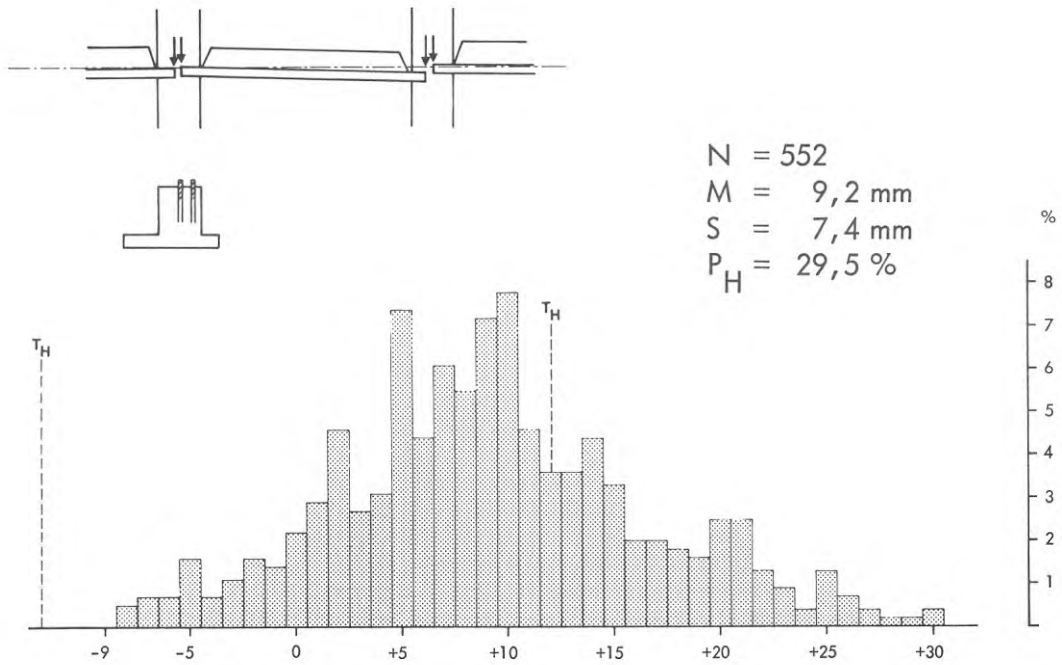


FIG. 40 Balkar: Avvikelse i höjd, överkant, mätt vid ändarna
 Beams: Deviations in level at the top, measured at the ends.

6.2.043 Underkant balkmitt

Histogrammet i FIGUR 41 visar höjdvikelsen vid mitten, underkant balk. Medelvärdet ökar från 1,3 mm för ändarna till 5,8 mm vid mitten och motsvarar väl överhöjningen för undersidan, se punkt 6.2.07.

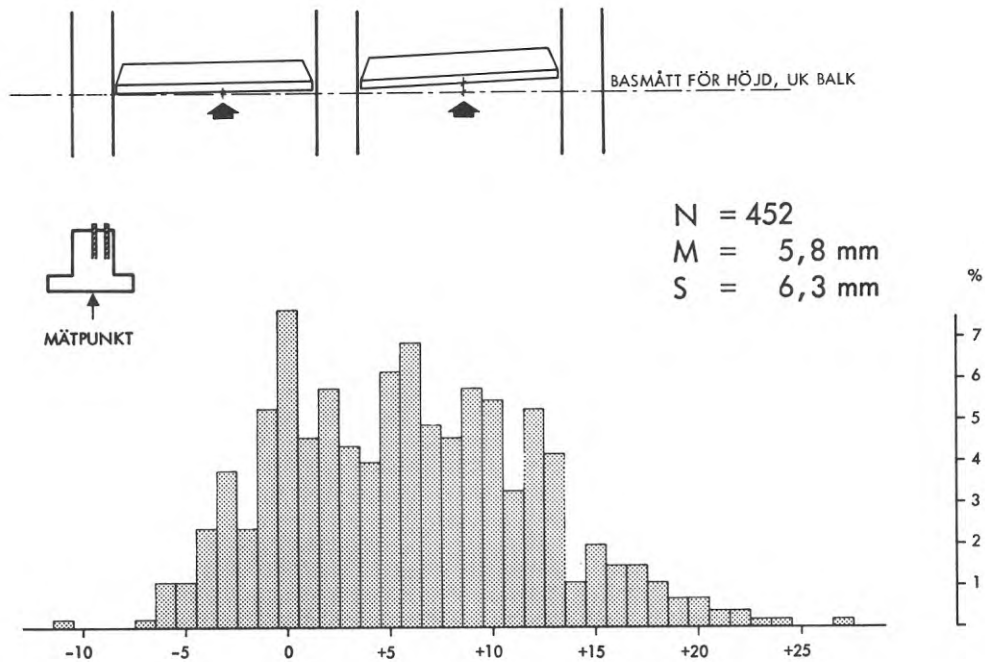


FIG. 41 Balkar: Avvikelse i höjd, underkant, mätt vid mitten
 Beams: Deviations in level at the soffit, measured at midspan

6.2.044 Överkant balkmitt

FIGUR 42 visar höjdvikelser översida, vid mitten av fasadhyllan.

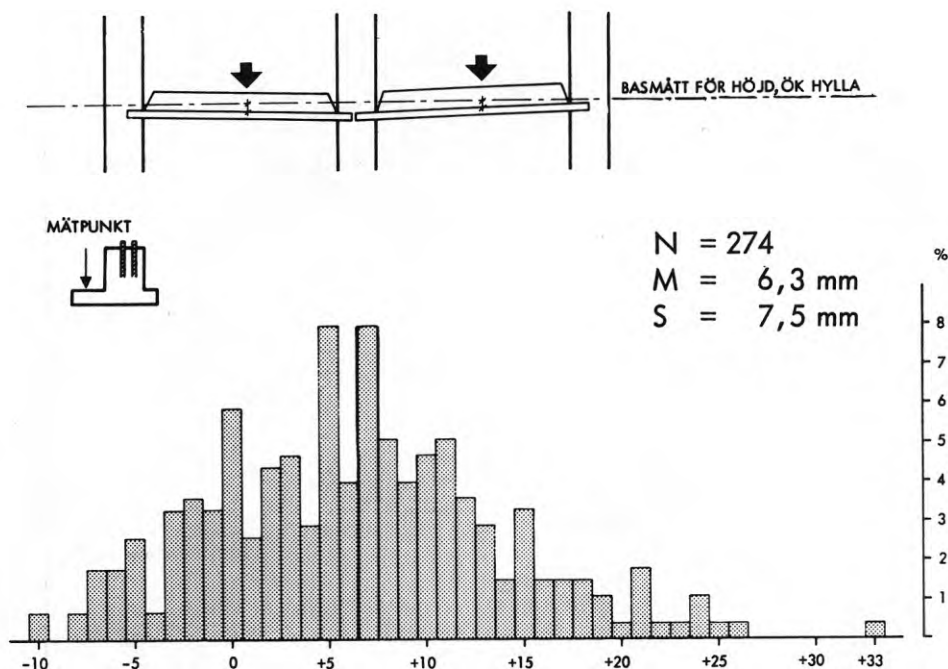


FIG. 42 Balkar: Avvikelse i höjd, överkant, mätt vid mitten av fasadhyllan

Beams: Deviations in level at the top, measured at the middle of the facade flanges

Mätresultaten för dessa punkter, ett medelvärde på 6,3 mm och en standardavvikelse på 7,5 mm beror på att hyllan är mindre tjock på mitten än vid ändarna.

6.2.05 Vridning

Vridningen, som uppstod på grund av den excentriska upphängningen var svår att förutse och justera vid monteringen av balken. Att de uppmätta värdena är små beror på stora insatser vid efterjustering, se FIGUR 43.

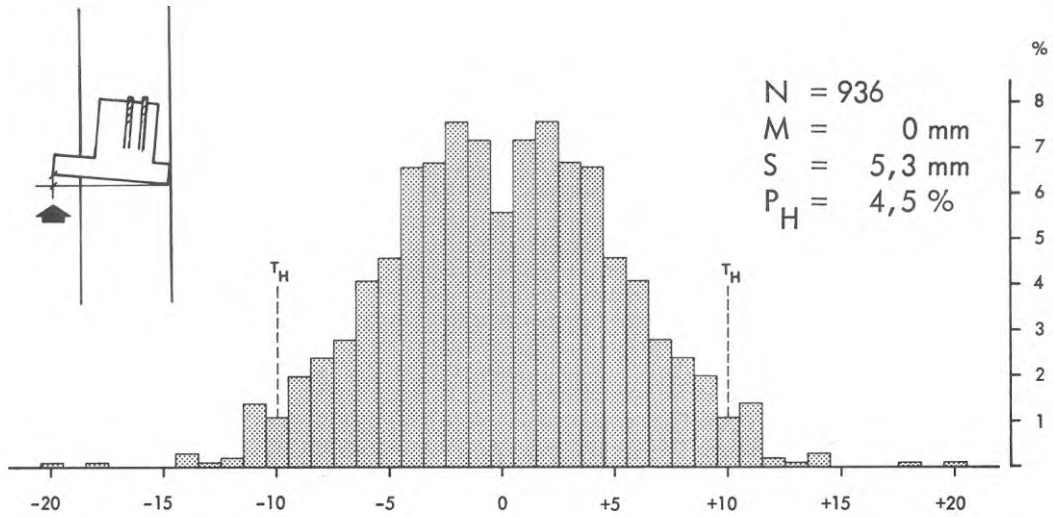


FIG. 43 Balkar: Vridning
Beams: Torsion

6.2.06 Lutning

Balkarnas lutning i längd redovisas i FIGUR 44.

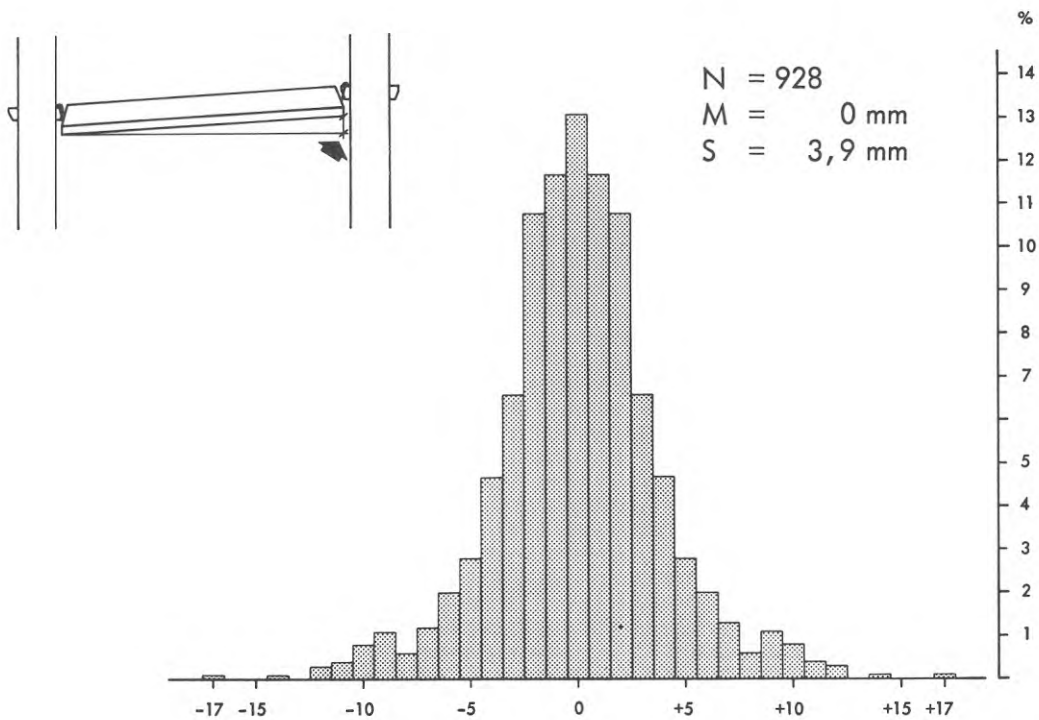


FIG. 44 Balkar: Längdlutning
Beams: Longitudinal inclination

6.2.07 Överhöjning undersidan

Histogrammet i FIGUR 45 visar överhöjningen på undersidan av balkarna. Intressant är att ca 6 procent har negativ överhöjning.

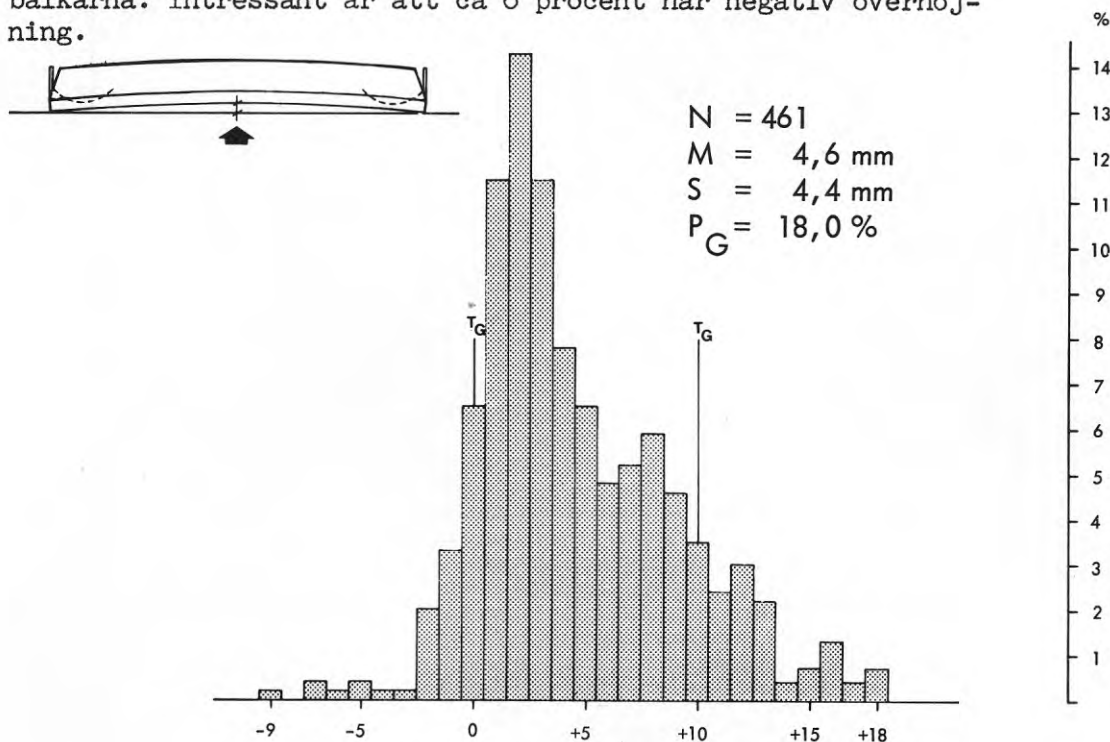


FIG. 45 Balkar: Överhöjning, underkant

Beams: Curvature at soffit

6.2.08 Fogsprång underkant balk

Fogsprång i underkant upplag mellan intilliggande balkar kan utläsas ur histogrammet i FIGUR 46.

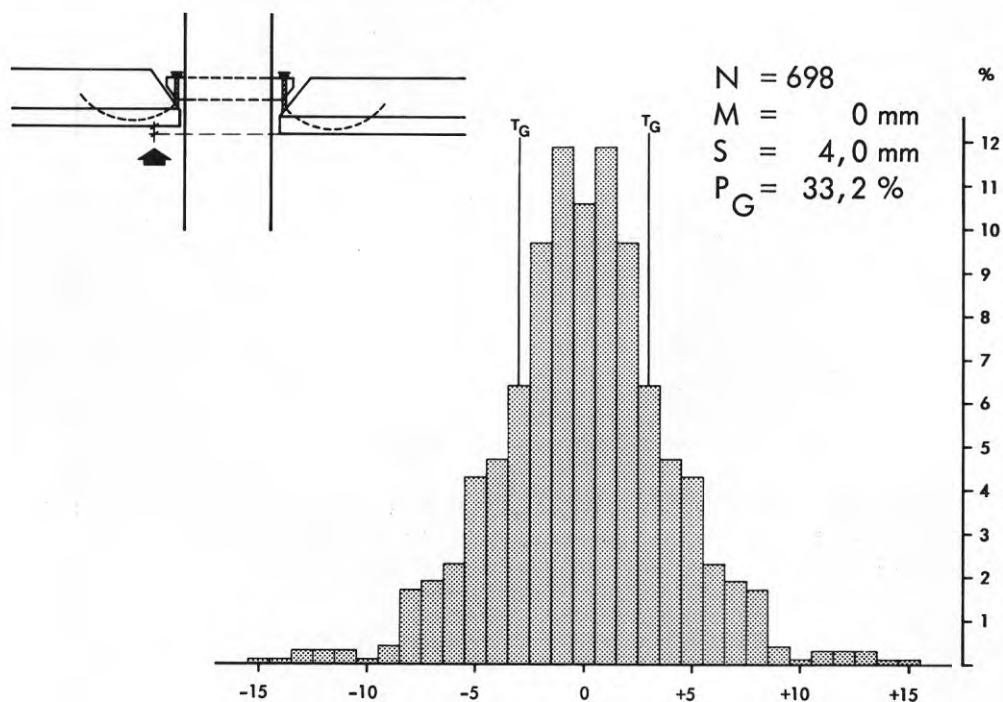


FIG. 46 Balkar: Fogsprång mellan intilliggande balkar, mätt vid underkant

Beams: Joint step between adjacent beams, measured at soffit

6.2.09 Fogsprång överkant balk

Fogsprånget mellan överkant intilliggande balkar kan uppgå till 18 mm, se FIGUR 47.

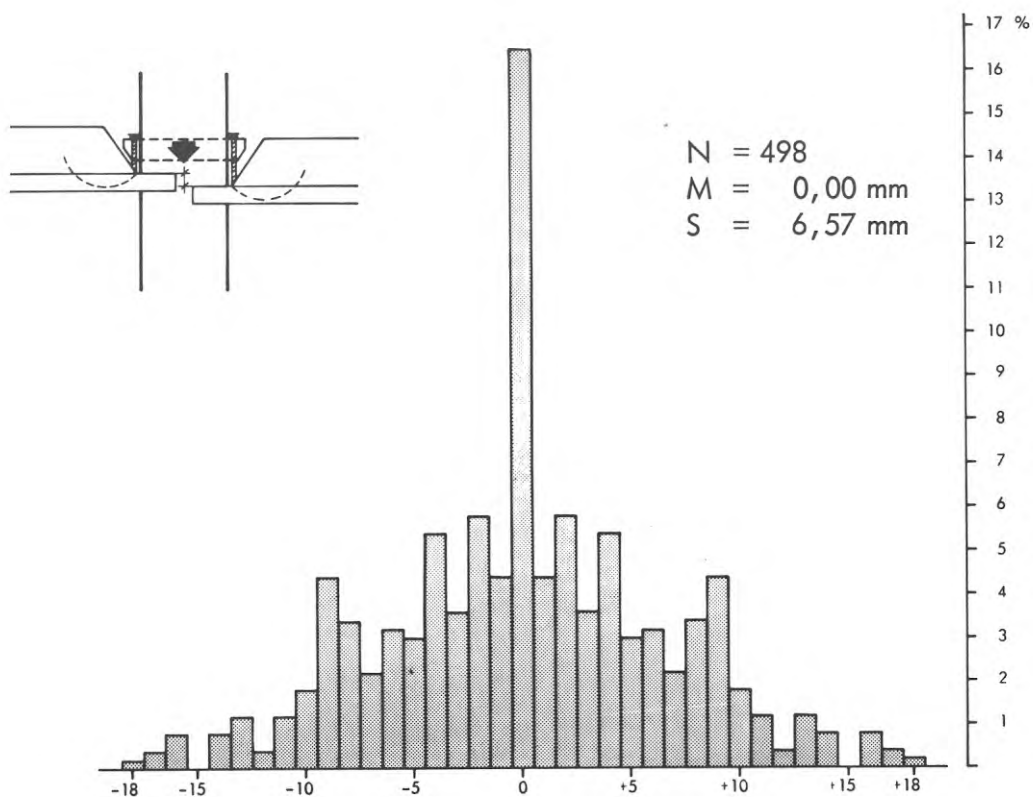


FIG. 47 Balkar: Fogsprång mellan intilliggande balkar, mätt vid överkant hylla

Beams: Joint step between adjacent beams, measured at top of flange

6.2.10 Fog mellan balkar och pelare

Studien omfattar 834 mätningar, som utförts efter efterlagning. Endast 0,5 % har därför överskridit toleransgränsen 40 mm, se FIGUR 48.

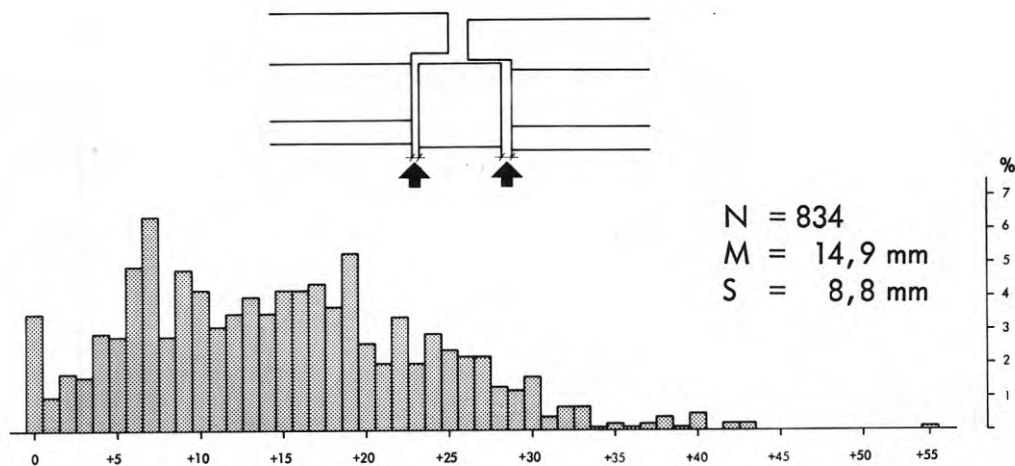


FIG. 48 Fog mellan kortända balk och pelare, mätt vid underkant balk

Joint between column and short side of beam, measured at the soffit of the beam

6.2.11 Läge i sida

Av histogrammet i FIGUR 49 framgår att breddutrymmet är i genomsnitt något för litet, - 3,6 mm. Värdet för pelarna är - 9,3 mm. Balkarna är alltså något förskjutna utåt i förhållande till pelarna. En del av skillnaden beror dock på att pelarna är för breda.

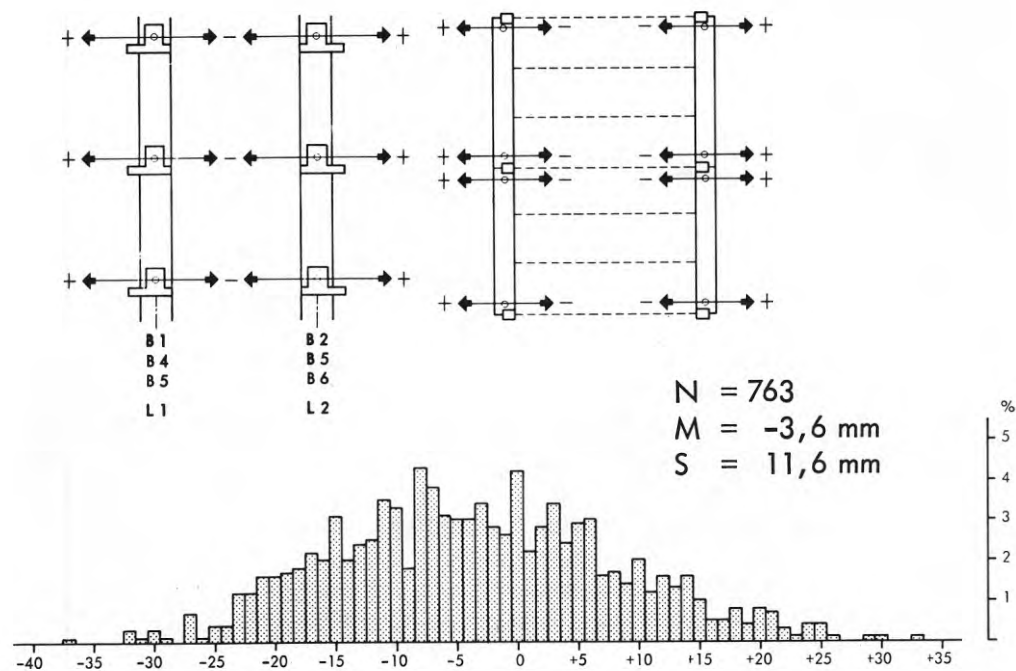


FIG. 49 Balkar: Avvikelse tvärs balk från nominellt läge, avvikelse in mot våningsplan betecknas negativt, avvikelse ut från våningsplan betecknas positivt

Beams: Deviation from nominal position in direction perpendicular to beam. Deviation inwards towards the building is designated negative, that outwards positive

6.3 TTk-plattor

6.3.1 Beskrivning

Bjälklagsplattor förekommer i kvarteret Garnisonen till ett antal av 2 541 fördelade på sammanlagt 132 littera. De typer som berörs i denna undersökning är huvudsakligen sådana med balkupplag i båda ändar. Cirka 2 000 (76 %) av bjälklagsplattorna är av denna typ, se FIGUR 50.

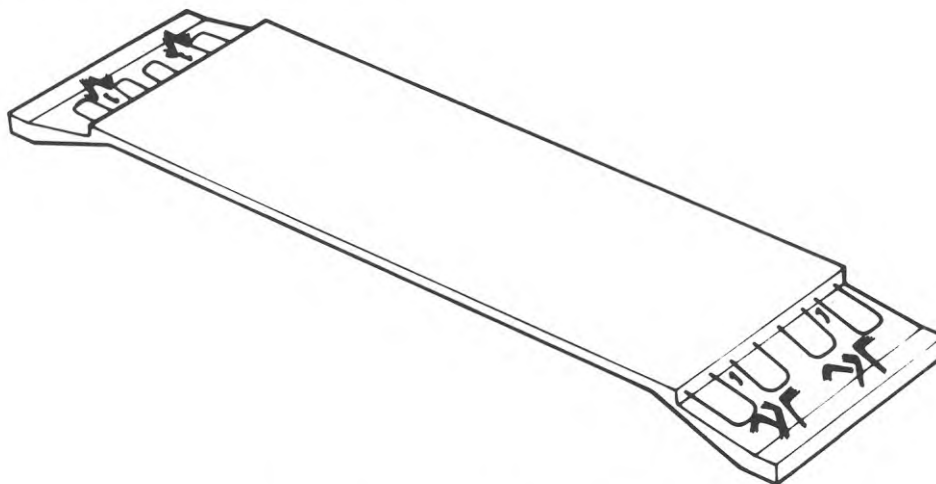


FIG. 50 Bjälklagselement
Floor unit

Dimensionsuppgifter:

Längd	9 260 mm
Bredd	2 395 mm
Plattjocklek	80 mm
Tjocklek, total	400 mm
Massa	ca 8 000 kg

6.3.2 Tillverkningsavvikelser

6.3.21 Längdavvikelse

Bjälklagskomponenternas dimensioner har mätts på fabrik.

I FIGUR 51 redovisas i histogramform 180 bjälklagselement utan ursparing för pelare. Där framgår tydligt att plattorna är kortare än man avsett. Detta är ur monteringsynpunkt en fördel, bara man beaktar att tillräcklig upplagslängd erhålls.

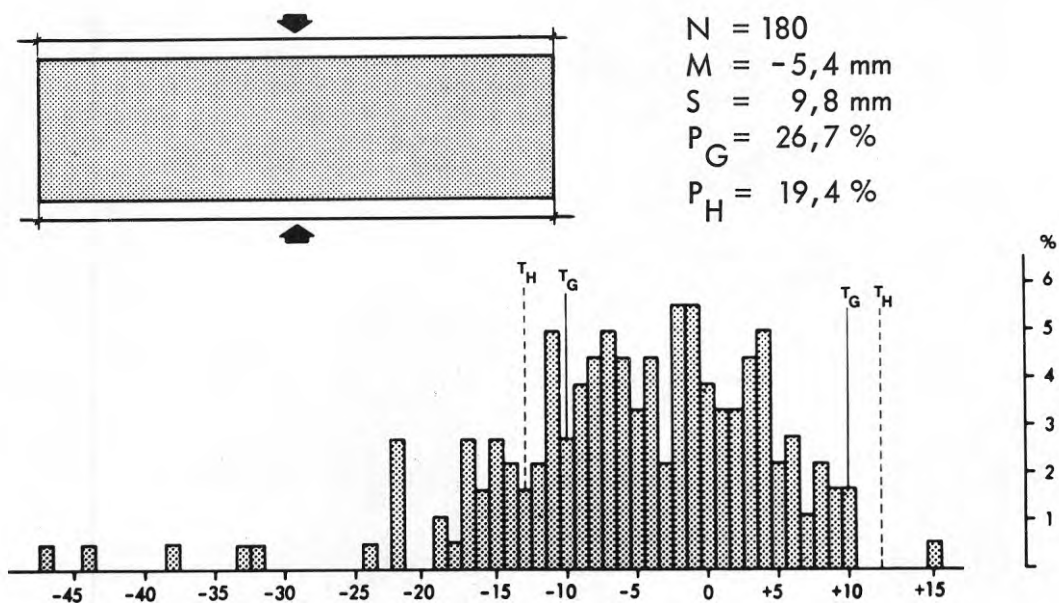


FIG. 51 Bjälklagelement: Avvikelse i längd från basmått (9 260 mm)
 Floor unit: Deviation in length from basic dimension

Av bjälklagelement med ursparing för pelare har mätts 79 stycken. Hur deras längder förhåller sig framgår av FIGUR 52.

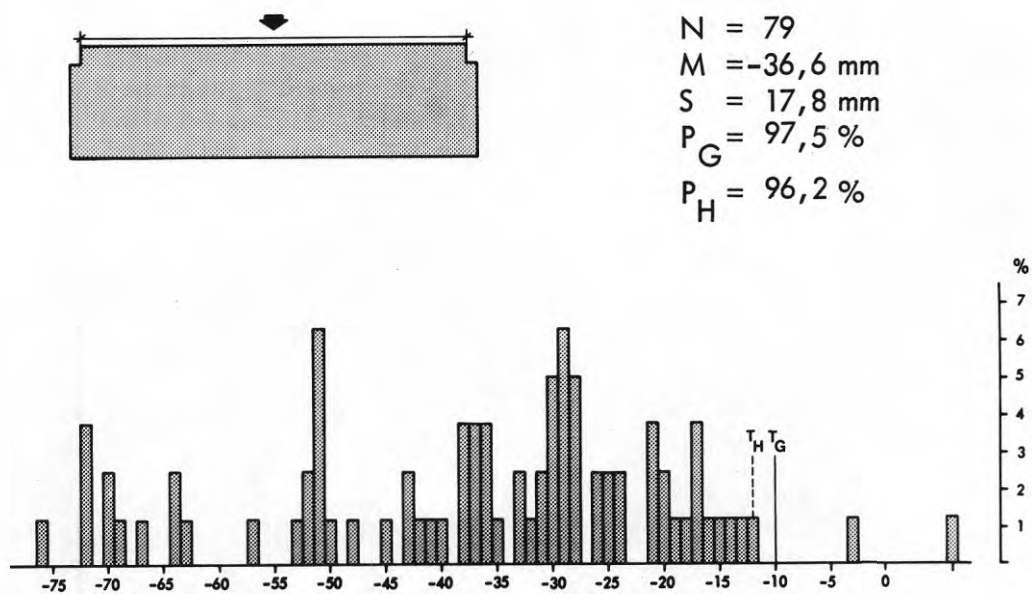


FIG. 52 Bjälklagelement: Avvikelse i längd från basmått (8 960 mm)
 Floor unit: Deviation in length from basic dimension

Avvikelserna från basmåtten på den sida ursparingarna förekommer är stora, vilket förorsakat efterlägningsarbeten på byggsplatsen.

6.3.22 Breddavvikelser

Breddavvikelserna på bjälklagsplattorna är, som framgår av FIGUR 53, små.

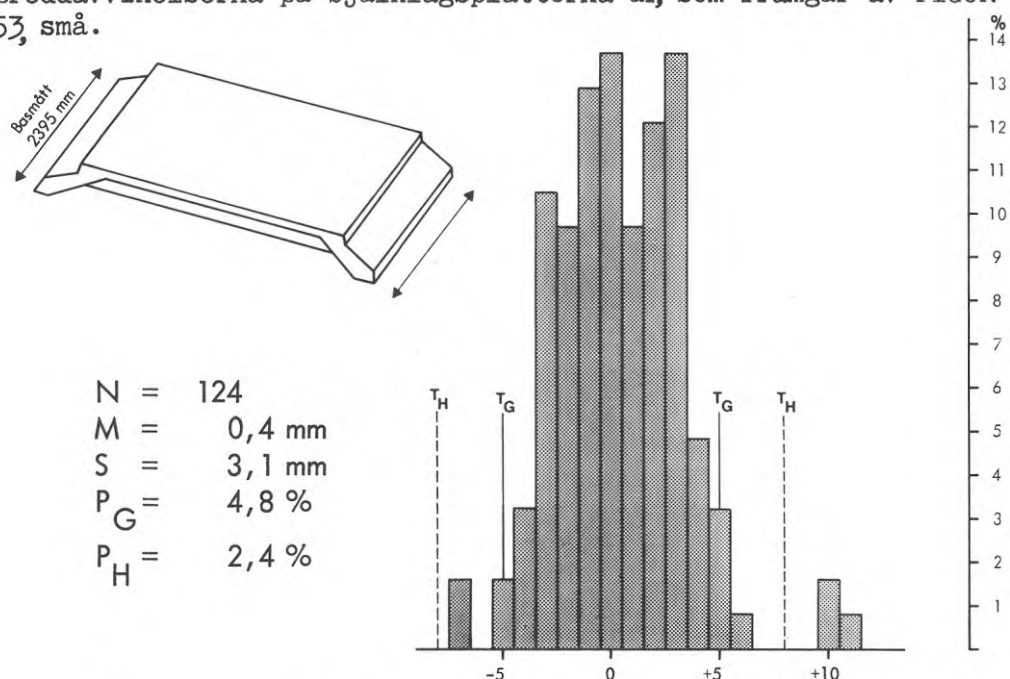


FIG. 53 Bjälklagselement: Avvikelse i bredd vid upplag

Floor unit: Deviation in width measured at support

6.3.3 Utsättning och monteringsmetod

Plattan kopplades, av kranbiträdet, vanligen direkt på transportfordonet i fyra luftöglor placerade i elementets hörn. Under hissningen hjälpte denne via styrlinan till med manövreringen av plattan förbi pelar m m. När denna lyfts upp till monteringsstället styrde montörerna med kranens hjälp plattan i monteringsläge. Sedan den firats, så att den nått och jämt vilade på upplagen, justerade montörerna in den, FIGUR 54, med spett eller



FIG. 54 Injustering av bjälklagsplatta

Adjustment of floor slab

kofot i sid- och längdled. När plattan kommit i rätt läge sattes vantstag i båda ändar mellan brytlinjen för K-änden och balken, se FIGUR 55.



FIG. 55 Stag mellan balk och bjälklagsplatta
Brace between beam and floor slab

Vantstagen användes för att förhindra balkarna att vrida sig kring upphängningspunkterna när de belastades excentriskt av bjälklagen. Sedan vantstagen monterats firade kranen och lossade krokarna, varpå kranen hämtade nästa element. Kontroll av plattans längsläge gjordes av utsättaren från underliggande valv. Någon direkt utsättning av plattornas läge förekom inte. Däremot kontrollerades utrymmet före montage av den sista plattan i varje fack.

6.3.4 Monteringsavvikelser

6.3.41 Avvikelse i höjd vid underkant upplag

I FIGUR 56 visas höjdavvikelser för underkant bjälklagsplatta mätt vid upplag. Plattorna ligger i medeltal något för högt.

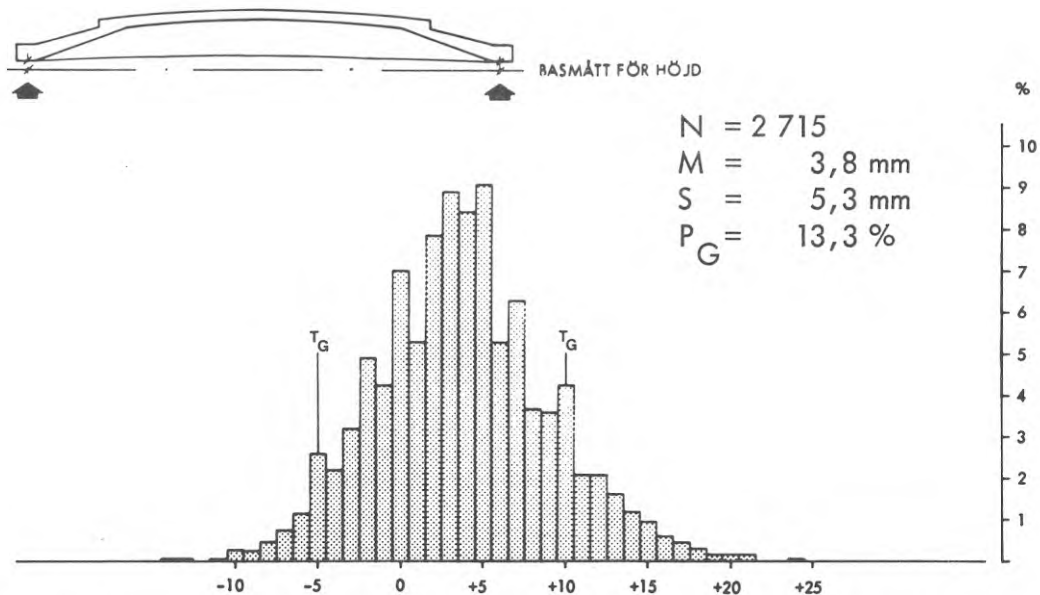


FIG. 56 Bjälklagelement: Avvikelse i höjd, underkant, mätt vid upplag

Floor unit: Deviation from basic level at soffit, measured at support

6.3.42 Avvikelse i höjd vid överkant upplag

Översida bjälklag får avvika maximalt ± 20 mm från horisontellt utsättningsplan och gränser är inlagda på de två histogrammen som redovisar höjdvikselserna på översidan. Det första, se FIGUR 57, visar hur bjälklagsplattornas ändpunkter ligger i höjd. I de allra flesta fall håller sig upplagsändan inom föreskriven tolerans.

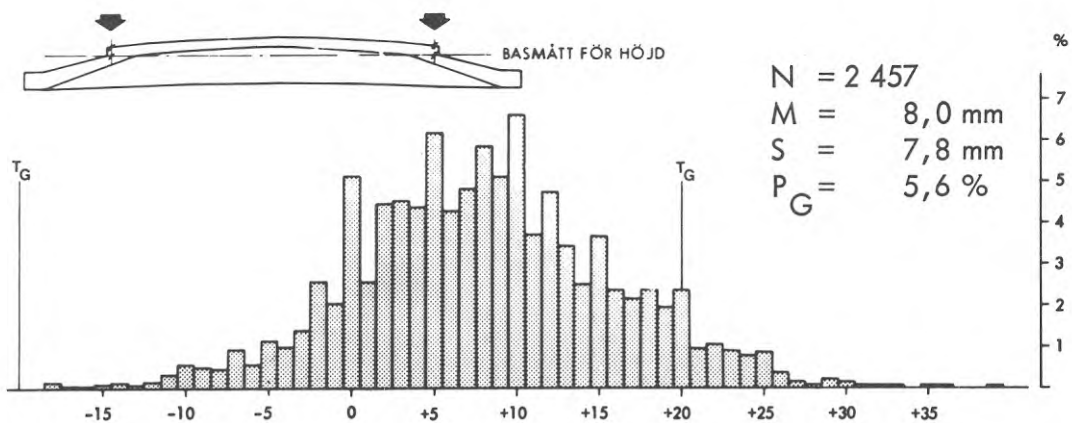


FIG. 57 Bjälklagelement: Avvikelse i höjd, överkant, mätt vid upplag

Floor unit: Deviation from level at the top, measured at the support

6.3.43 Avvikelse i höjd vid överkant mitten

Som framgår av histogrammet i FIGUR 58 överskrider ungefär hälften av plattorna toleransen på mitten. Detta förde med sig omfattande extraarbeten i form av nedslipning av översidorna på stora delar av bjälklaget.

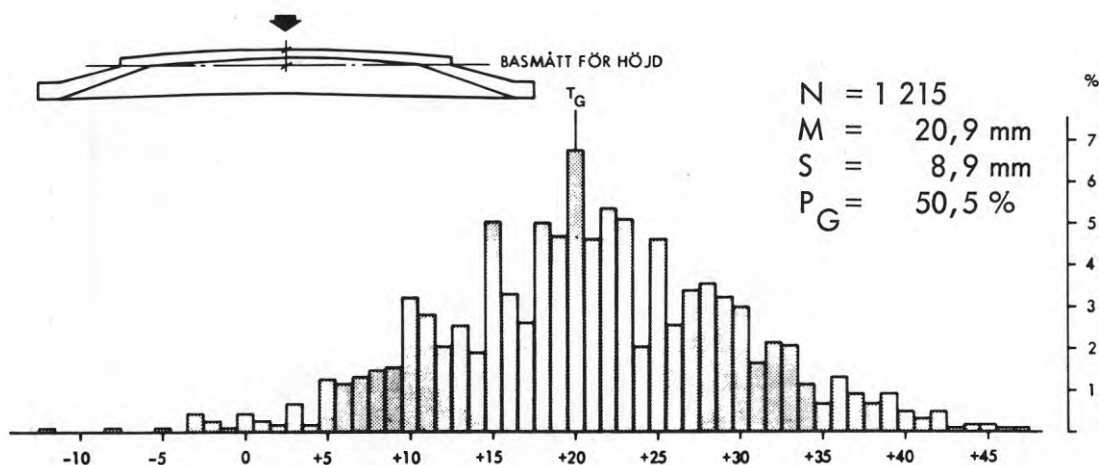


FIG. 58 Bjälklagselement: Avvikelse i höjd, överkant, mätt vid mitten
 Floor unit: Deviation from level at the top, measured at the centre

6.3.51 Överhöjning underkant

Bjälklagsplattornas överhöjning är en av de bidragande orsakerna till att vissa av dessa slipats ned på ovansidan. Enligt toleransföreskrifterna får överhöjningen vara maximalt 20 mm. Den föreskriften klarar mer än 2/3 av de nästan 800 plattor vars överhöjning mätts i underkant. De övriga har överhöjningar upp till 48 mm, se histogrammet i FIGUR 59.

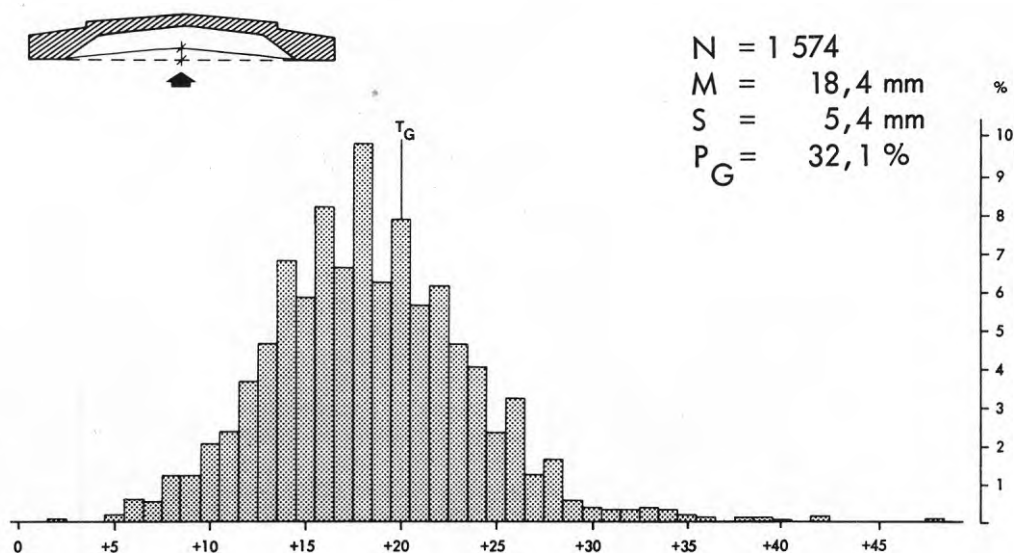


FIG. 59 Bjälklagselement: Överhöjning, underkant
 Floor unit: Curvature at soffit

6.3.52 Överhöjning överkant

I histogrammet i FIGUR 60 som visar överhöjningen på ovansidan. Intressant är att det även finns några bjälklagsplattor med konkav överyta.

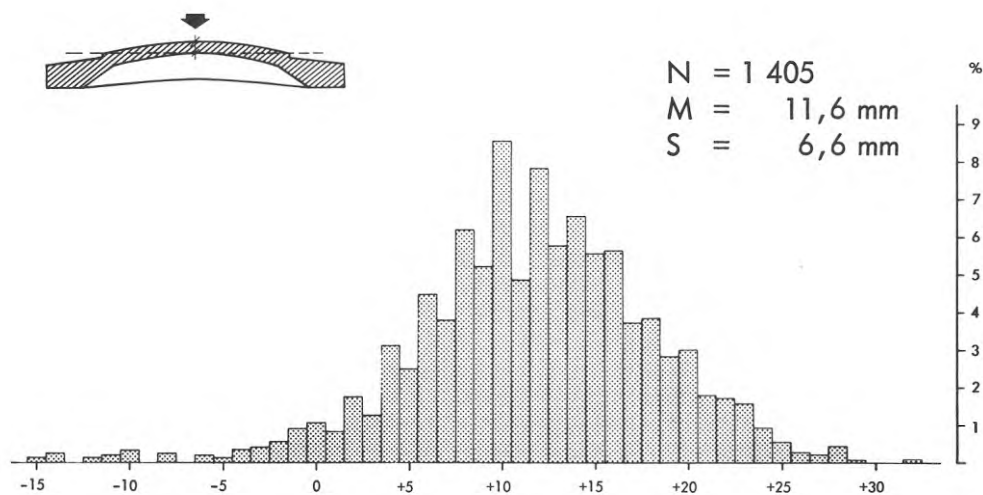


FIG. 60 Bjälklagselement: Överhöjning, överkant
 Floor unit: Curvature at top

6.3.61 Fogsprång, underkant vid upplag

I histogrammen i FIGUR 61 och 62 redovisas fogsprånget mellan intilliggande bjälklagsplattor i underkant.

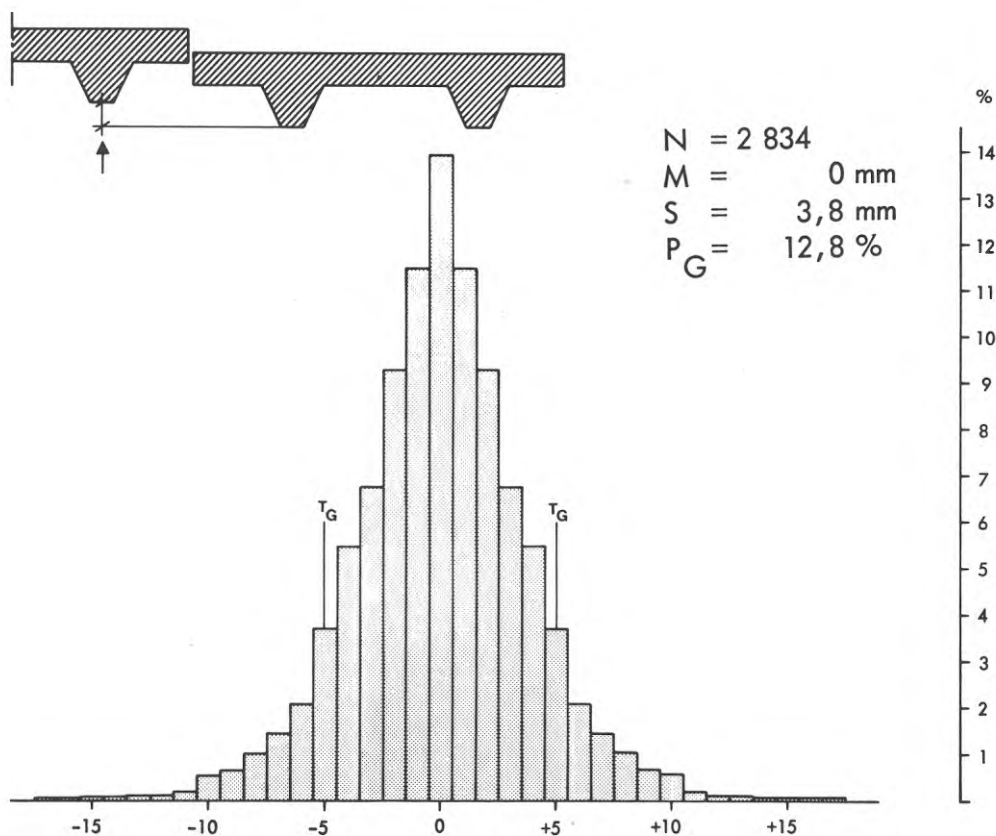


FIG. 61 Bjälklagselement: Fogsprång i underkant mellan bjälklagsplattor, mätt vid upplag

Floor unit: Joint step between floor soffits, measured at the support

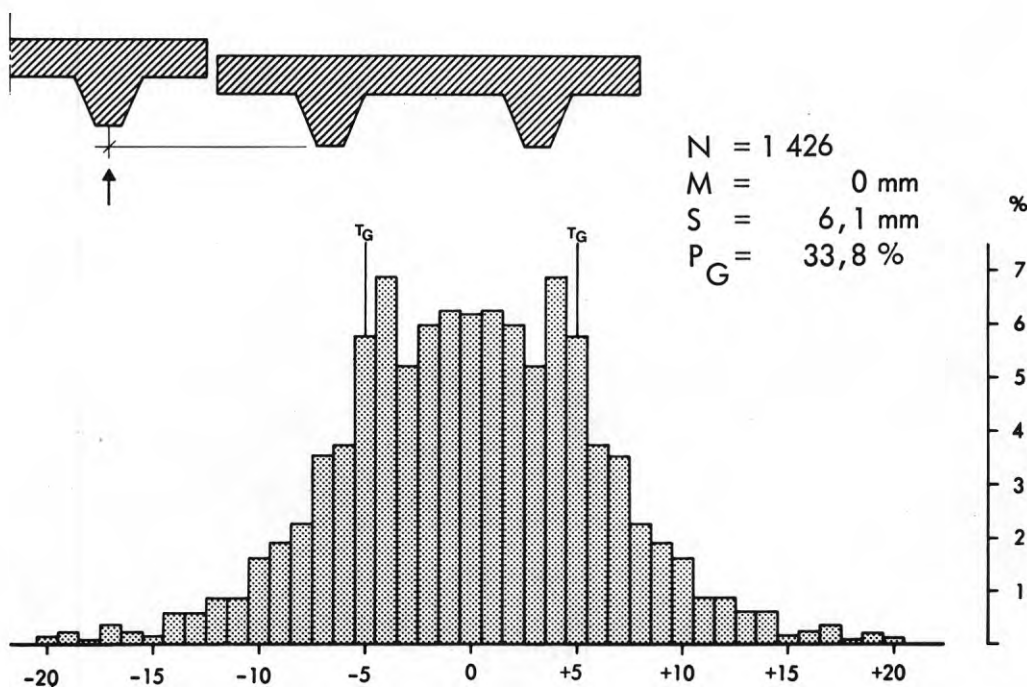


FIG. 62 Bjälklagselement: Fogsprång i underkant mellan bjälklagsplattor, mätt vid mitten

Floor unit: Joint step between floor soffits, measured at the centre

6.3.62 Fogsprång, överkant vid upplag

I FIGUR 63 redovisas fogsprången i överkant mellan plattorna. Däremot är skillnaden vid upplag och mitten inte så markant.

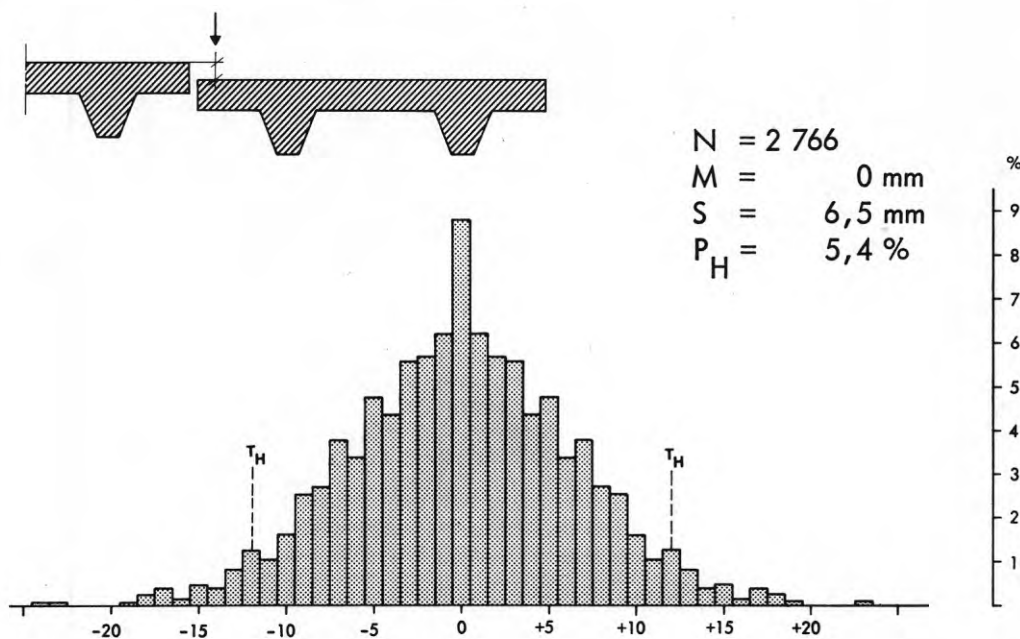


FIG. 63 Bjälklagselement: Fogsprång i överkant mellan bjälklagsplattor, mätt vid upplag

Floor unit: Joint step between the tops of floor slabs, measured at the end

6.3.63 Fogsprång underkant vid mitten

Spridningen är större mitt på plattorna än vid upplagsändarna, beroende på överhöjningens variation.

6.3.64 Fogsprång överkant vid mitten

FIGUR 64 redovisar fogsprånget i överkant mellan intilliggande plattor.

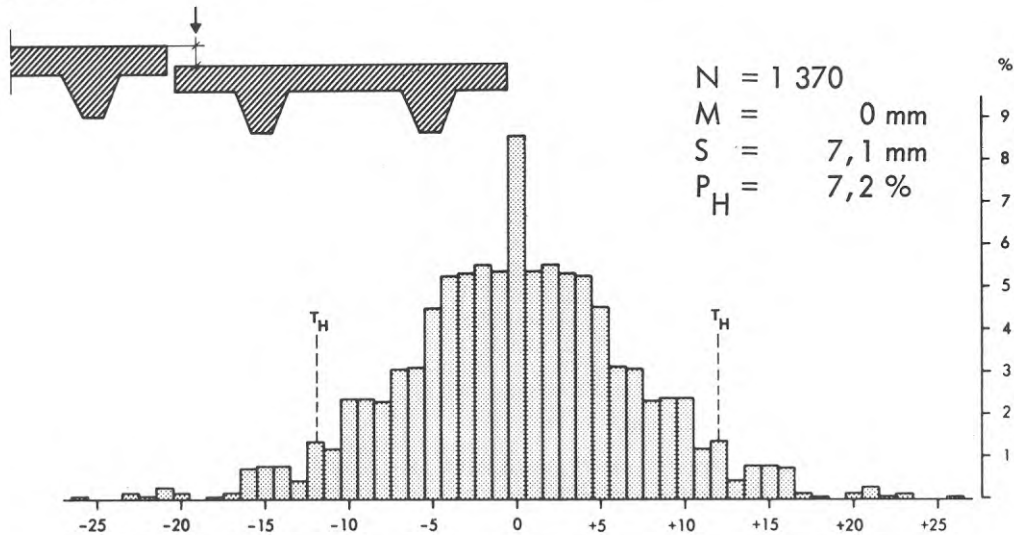


FIG. 64 Bjälklagselement: Fogsprång i överkant mellan bjälklagsplattor, mätt vid mitten

Floor unit: Joint step between the tops of floor slabs, measured at the centre

6.3.71 Fogar mellan balkar och TT-kassetter

Utrymmet mellan balk och TT-kassett åstadkommes av det 3 mm tjocka neoprenebandet och ojämnheter på översidan av balkhyllan och på undersidan av kassetten. Medelvärdet för dessa fogar är 5,69 mm och standardavvikelsen 2,04 mm, se FIGUR 65. Fogen är relativt stor med tanke på att övre toleransgränsen för bjälklagsplattans höjd är + 20 millimeter.

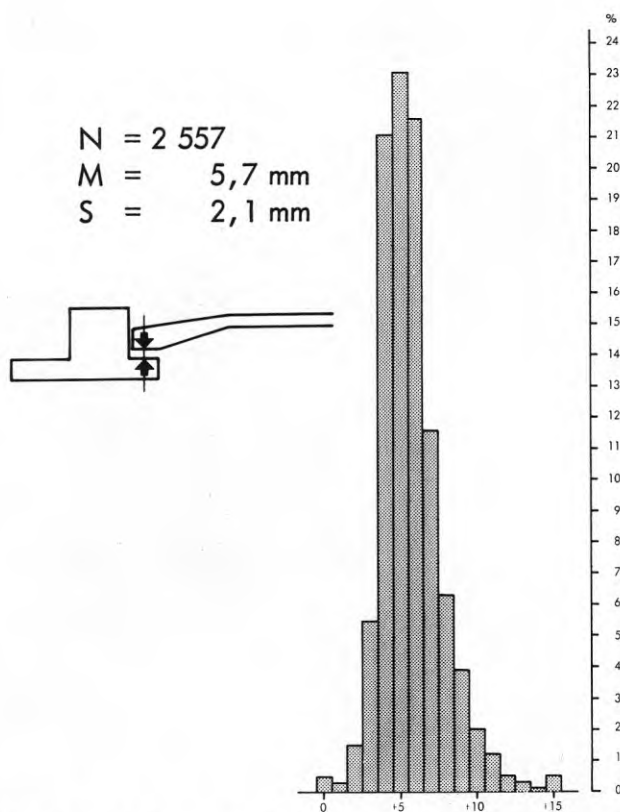


FIG. 65 Utrymme mellan balkupplag och TT-kassett
Space between beam seat and TT cassette

Fogarna har mätts med mätkil. Mätpunkterna framgår av FIGUR 66.

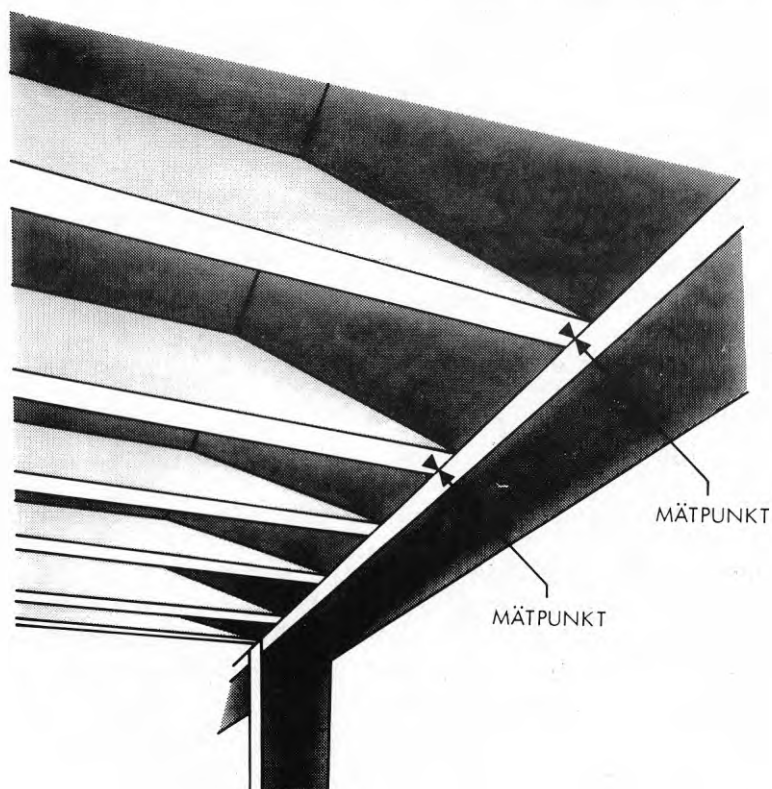


FIG. 66 Mätpunkt mellan balkupplag och TT-kassett
Space between beam seat and TT cassette

6.3.72 Fogar mellan bjälklagsplattor

Histogrammen i FIGUR 67 och 68 redovisar fogarna mellan plattorna.

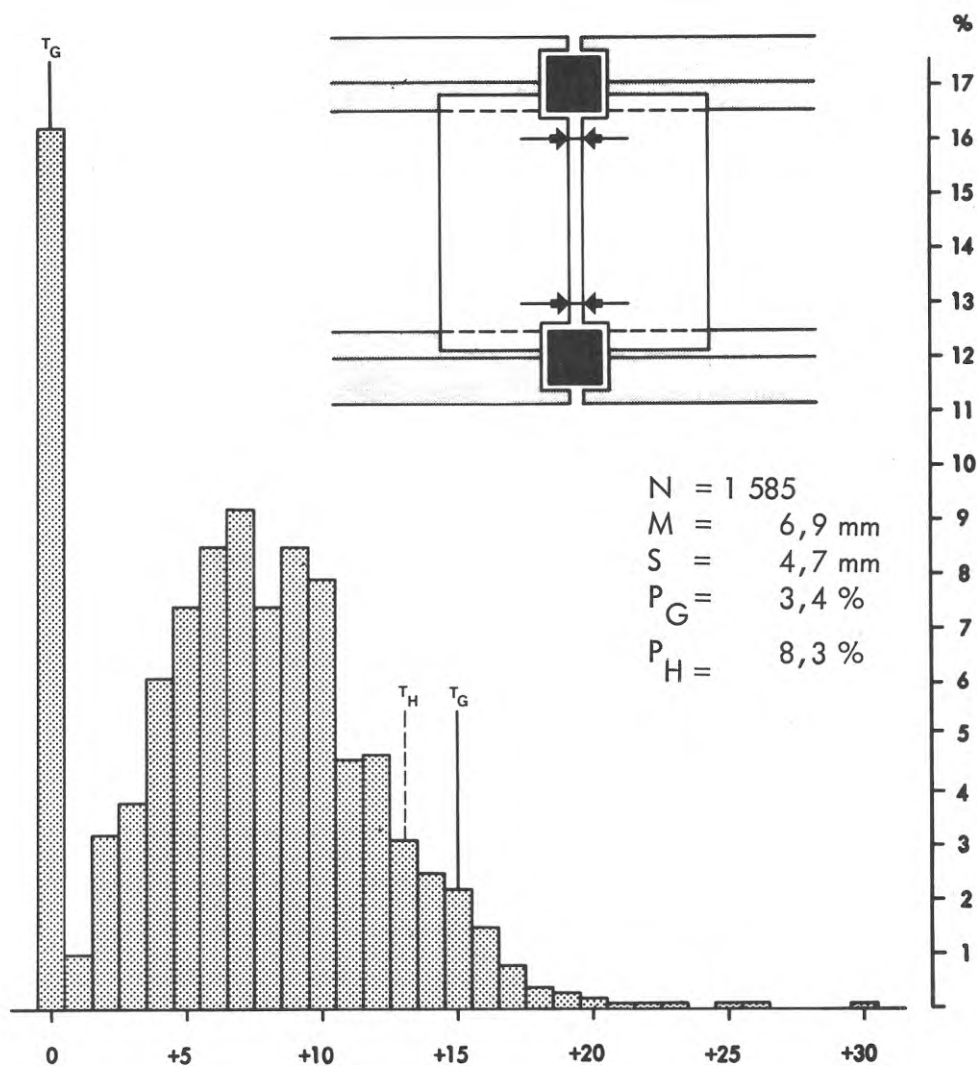


FIG. 67 Bjälklagselement: Fogbredd mellan bjälklagsplattor, mätt vid upplag

Floor unit: Width of joint between units, measured at the support

I histogrammen är infällda de toleransgränser som gäller för Garnisonen och de som finns i Hus-AMA. I toleransföreskrifterna för Garnisonen anges att avvikelse från nominell fogbredd får uppgå till -5 mm och $+10 \text{ mm}$ mellan färdigmonterade TTK-plattor. Plattans bredd ger inom det modulområde den har, utrymme för en 5 mm bred nominell fog. Toleransgränserna är alltså $0- +15 \text{ mm}$. Hus-AMA:s fogtolerans är konstruerad på ett något annat sätt. Runt basfogen, i det här fallet 5 mm , tillåter man symmetriska avvikelser. För klass 3, som vi har räknat med, ger det ett toleransområde på $5 \text{ mm} \pm 8 \text{ mm}$. Som framgår av histogrammen har man inte haft några problem med att hålla de avsedda måtten.

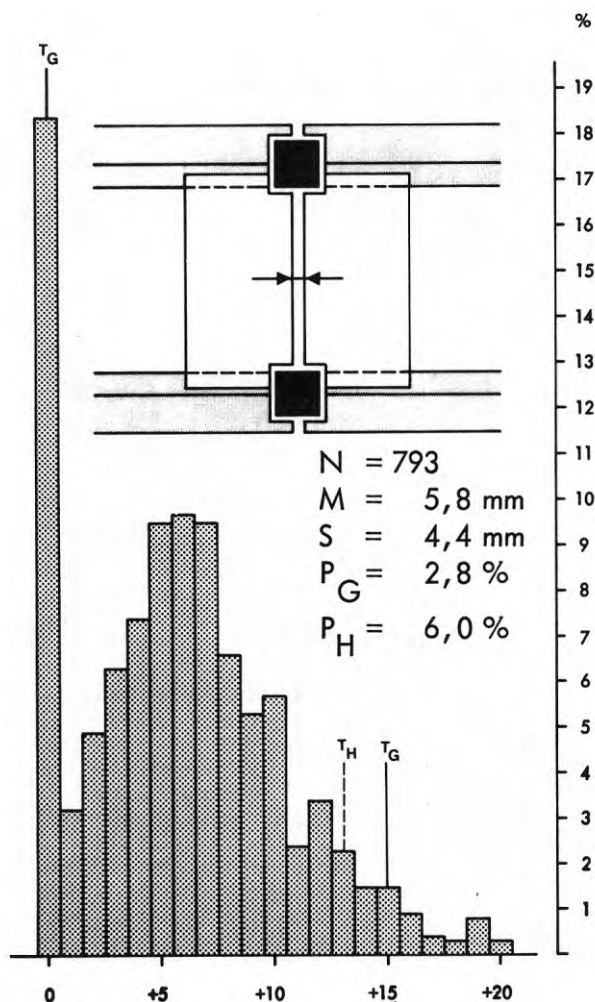


FIG. 68 Bjälklagelement: Fogbredd mellan bjälklagsplattor, mätt vid mitten

Floor unit: Width of joint between units, measured at the centre

6.4 Faktorer som påverkat bjälklagets läge i höjd

Till ett av de passningsproblem som finns i kvarteret Garnisonen, bjälklagskassetternas höjdinpassning, finns kommentarer under ett flertal punkter tidigare i texten. Dessa har här sammanfattats i ett avsnitt.

I Garnisonen har på en del håll överkanterna på kassetterna hamnat för högt, så högt att man varit tvungen att slipa ner dessa för att kunna lägga på överbetongen (golv av plastbetong) på rätt höjd.

För att undersöka vad som förorsakat dessa höjdavvikelser och den därmed sammanhängande slipningen har man ur var och en av de uppmätta delarna valt att studera ett bjälklag, alltså sex bjälklag.

Monteringen av elementen sker som följer: På i pelarna ingjutna konsoler hängs balkarna upp och justeras i höjd och sida.

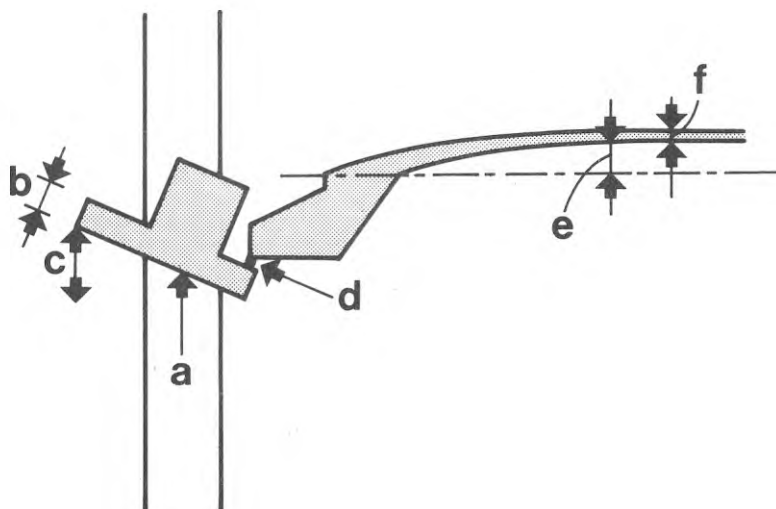


FIG. 69 Anslutning balk - kassett

Junction between beam and cassette

På balkhyllan mot våningsplanet läggs ett tre millimeter tjockt neoprenband, på vilket kassettändarna vilar, FIGUR 69. De faktorer som påverkar den slutliga höjden på kassetten är:

- a) Höjden underkant är den faktor som påverkas av utsättningen.
- b) Balkhyllans tjocklek
- c) Balkens vridning
- d) Neoprenband, ojämnheter i ök balkylla och uk kassett
- e) Kassetterns överhöjning
- f) Kassetterns tjocklek.

Vad har då dessa faktorer för inverkan på sluthöjden.

a) Höjden underkant balk är den faktor som kan påverkas av utsättning. Genom avvägning placeras balken på rätt höjd, samt justeras i sida. Genom balkens upphängningssystem kompliceras dock detta. Balken hänger nämligen inte centriskt vilket gör att den är vriden under hela monteringen.

Förutom några fall har man ändå lyckats bra med inplaceringen av balkarna. För hela Garnisonen (460 balkar) ligger medelvärdet på en dryg millimeter (1,25) och standardavvikelsen på fem millimeter, så vore måttfelen inte större skulle man inte ha några stora problem med passningen.

b) Balkhyllans tjocklek kan bara påverkas vid tillverkningen på fabriken. På de sex särskilt studerade våningsplanen finns balkhyllor som är upp till tjugo millimeter för tjocka. Medelvärdet ligger visserligen inte särskilt högt, cirka fem millimeter, men spridningen är ganska stor (standardavvikelsen nästan sju millimeter).

c) Balkens vridning. Vid belastning av balkens innerhylla, dvs när kassetterna monteras, vill balken vrida sig runt sin längdaxel, vilket den också mycket riktigt gör. Mellan överkant kas-

sett och den upprättstående delen av balken placerar man därför en vantskruv för att kunna motverka vridningen, likaså sätter man stämp mellan balkens undersida och det underliggande bjälklaget. Man har lyckats mycket bra med dessa manövrar, ty sidolutningarna hos balkarna är små och de verkar oftast, i cirka $2/3$ av fallen, som en minskande faktor på förhöjningsproblemet i bjälklaget. Medelvärde ligger på minus en (- 1) millimeter, dvs den sida som kassetterna ligger på är en millimeter lägre än den som fasadelementen står på. Standardavvikelsen är också liten, mindre än två millimeter.

d) Neoprenbandet och ojämnheter på balkhyllan och på undersidan av kassetten svarar också för en del av höjdkomplexet.

Fogen mellan balkhylla och undersida kassett är cirka sex millimeter, en inte oföraktlig siffra när övre toleransgräns för bjälklagsplattan är plus tjugo millimeter.

e) Kassetten överhöjning. Den ensam har större avvikelse från nominella måttet än alla de övriga faktorerna tillsammans. Av de nittiosex fall som har särskilt undersökts så kommer i femtiotre fall (55 %) överkant kassett mer än tjugo millimeter för högt (övre toleransgräns). I dessa fall svarar överhöjningen för mer än hälften av avvikelserna, alltså den mest bidragande orsaken till det slutliga läget på ök kassett.

f) Kassetten tjockleksavvikelse håller på ett utmärkt sätt ner uppbyggnaden av problemet. Endast cirka femton procent av kassetterna har större tjocklek än nominella måttet. Medelvärde är - 4,2 och standardavvikelsen 5,3.

7 MÄTDATA FRÅN STOMKOMPLETTERINGEN

7.1 Fasaden

7.1.01 Beskrivning

Fasaden består av lätta utfackningselement. Elementen levereras från fabrik i 1.15 m breda, våningshöga enheter, byggda på en träregelstomme med isolering av mineralull, FIGUR 70. På utsidan är fasadelement klätt med hårdanodiserad aluminiumplåt och på insidan med lackerad hård träfiberskiva.

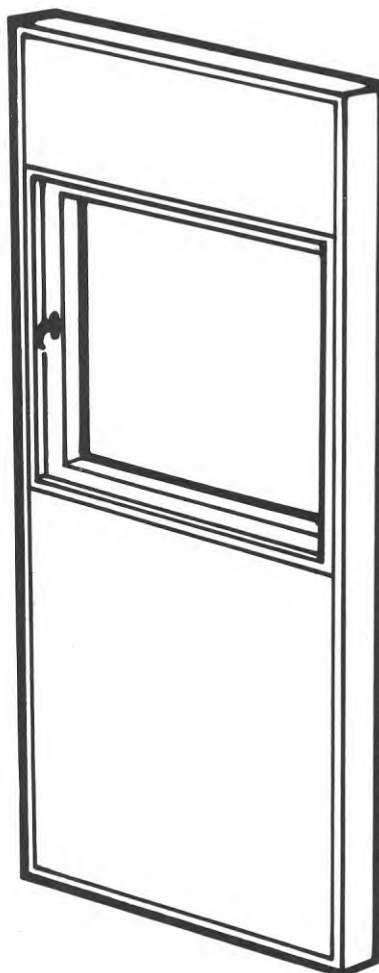


FIG. 70 Fasadelement
Facade unit

Dimensionsuppgifter:

Bredd	1 150 mm
Höjd	2 800 mm
Tjocklek	130 mm
Vikt	ca 120 kg

Fasadelementen placerades längs fasaden på balkens "soffa" och fästes med fästjärn i över- och underkant, se FIGUR 71. Elementens läge vinkelrätt mot fasadlinjen styrdes i underkant av fästjärnet, som bultades fast efter utsatt linje på balken. Övre fästjärn bultades fast i balksidan och medgav höjjustering.

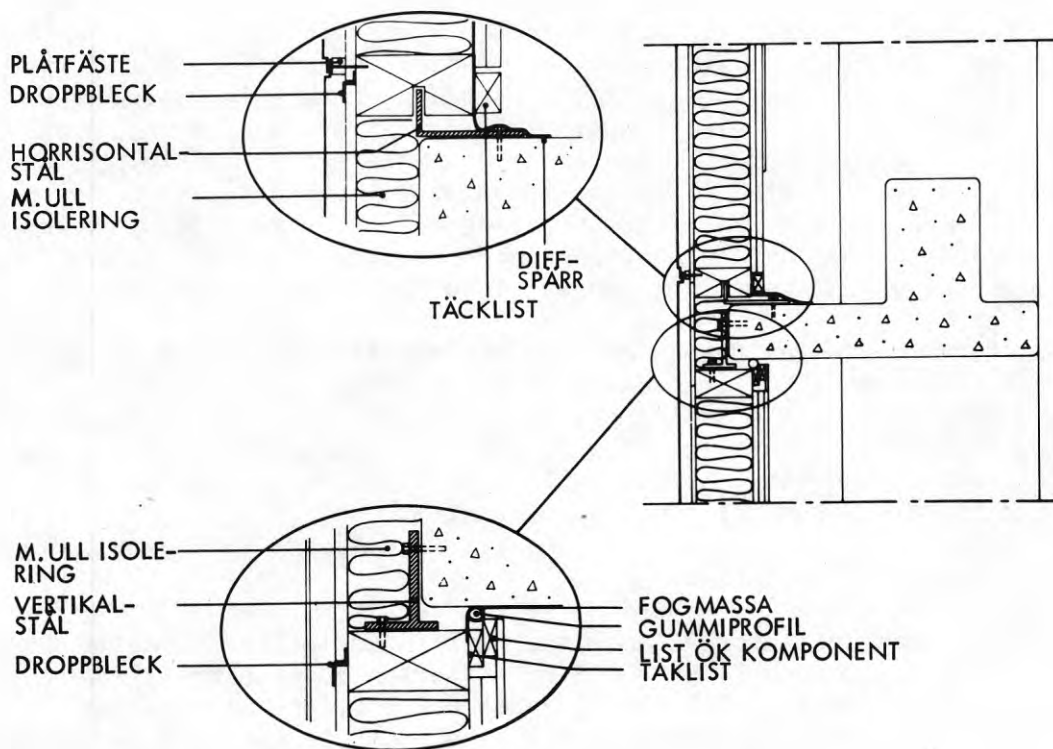


FIG. 71 Fasadelement, vertikalsektion. Detalj av anslutning mot balk
Facade unit, vertical section. Detail of junction with beam

7.1.02 Utsättning och montering

Utsättning av fasadens läge utfördes från nollpunkter i trapp-
hustornen. Från dessa satte arbetsledningen ut en linje för de
horisontella fästjärnen i fasadelementens underkant, se FIGUR
72.



FIG. 72 Linje för fasadmontering
Line for erection of facade

Fästjärnen som placerades mitt för skarven mellan fasadelementen riktades längs den utsatta linjen och monterades. Därefter monterades de vertikala fästjärnen för fastsättning av fasadelementen i överkant. Fasadelementen restes på underkantsjärnen, och fixerades endast i underkant i riktning vinkelrätt fasadlinjen. Därpå justerades elementen i riktning längs fasadlinjen, samt fästes i överkant. När fasadelementen justerats i riktning längs med och vinkelrätt mot fasadlinjen avvägdes de och justerades i höjddled. En utsättare avvägde fasadelementen, medan en montör skötte avvägningsstången och pallade med tråklossar eller bitar av träfiberskivor och en montör lyfte med kofot.

Vid avvägning av fasadelementen utgick utsättaren från "fixar" i trapphusen. Höjderna överfördes med avvägningsinstrument, avvägningsstång och skalsticka. Skalsticken hölls mot fönsteröppningens nedre karm, på båda sidorna. När fasadelementet var justerat i höjd och i horisontalt läge utfördes en höjdkontroll där skalsticken hölls mot karmens mitt.

7.1.03 Läge i sida

Fasadens läge i förhållande till nollinjenätet har uppmätts i del 5 plan 6 och 7, se FIGUR 73. Eftersom bestämning av läget endast gjordes på två plan i samma del bör inte medelvärdet 4,3 mm tas som representativt för hela Garnisonen. Det ger dock en uppfattning om med vilken noggrannhet utgångsläget för fasadmонтаget bestämts. Spridningen 4,4 mm visar däremot noggrannheten vid montage av fasaden.

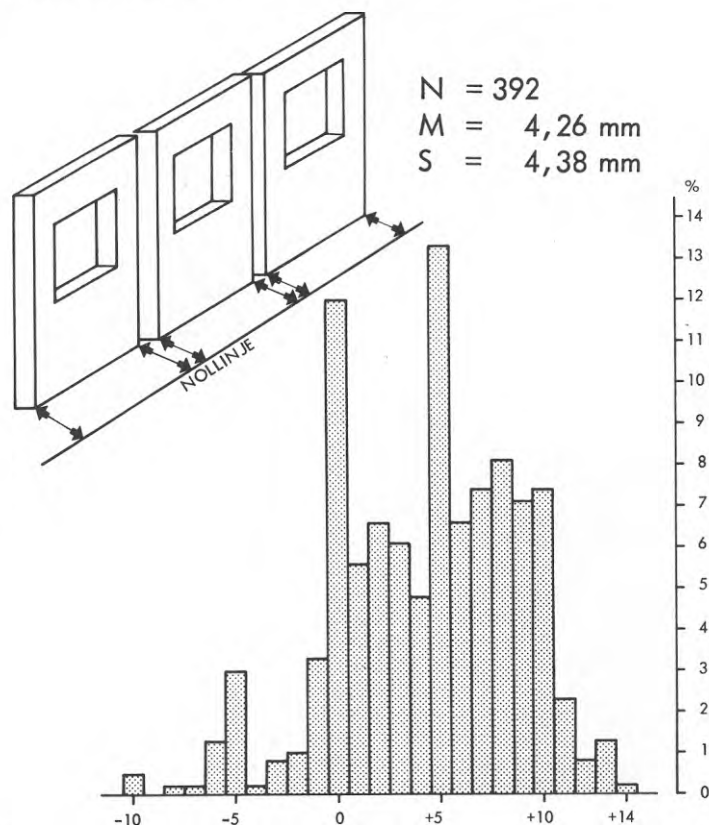


FIG. 73 Fasadelement: Läge i förhållande till nollinje. Positivt tecken betecknar läge utanför och negativt tecken läge innanför fasadens nominella läge

Facade unit: Position in relation to the secondary line. Positive sign denotes position outside nominal position of facade, and negative sign inside this

7.1.04 Läge i höjd

Läget i höjd har uppmätts på 3 plan i del 5. Mätpunkt har varit elementets fönsterkarm. För varje plan har vid uppmätningen erhållits skilda medelvärden. Det beror på att man för varje våning utgått från en ny höjd vid utsättningen. Vid redovisningen av läget i höjd, se FIGUR 74, har därför standardavvikelsen för de olika våningarna slagits ihop till en medelstandardavvikelse enligt:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum S^2}{n}}$$

där n är antalet ingående standardavvikelser.

Detta ger monteringsnoggrannheten.

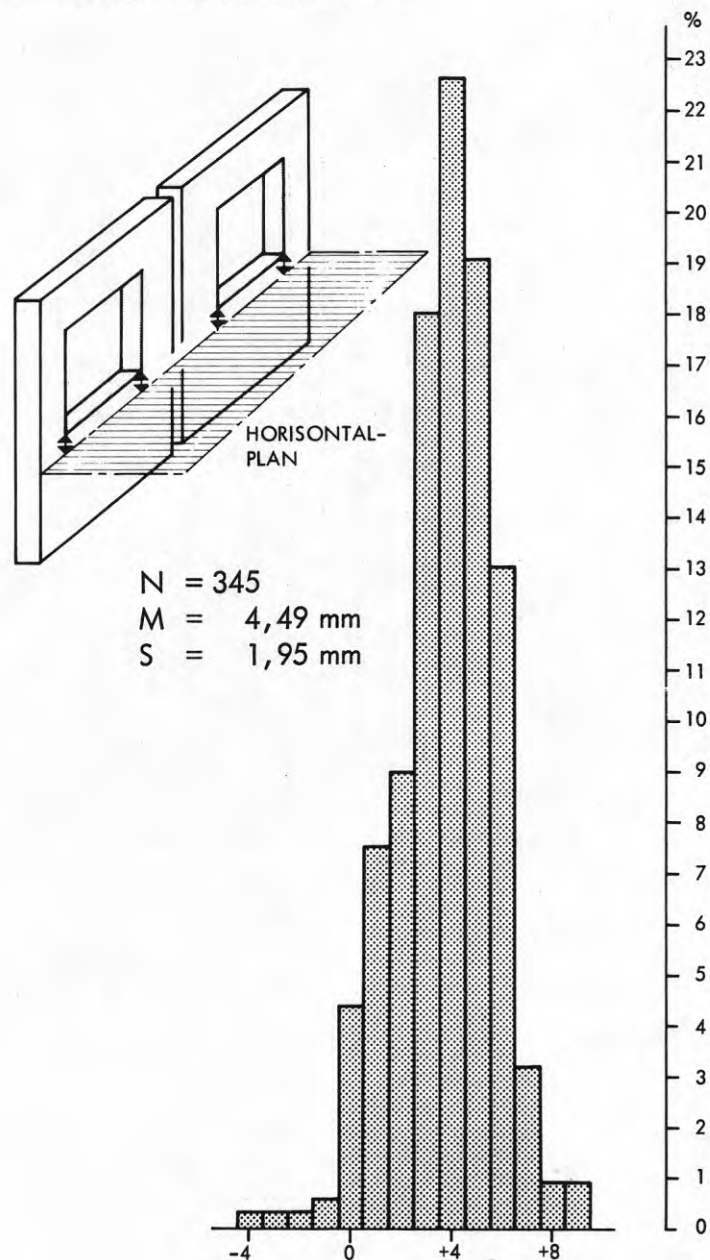


FIG. 74 Fasadelement: Avvikelse från läge i höjd
Facade unit: Deviation from level

7.1.05 Fogsprång i sida

FIGUR 75 visar fogsprånget i sida mellan fasadelementen. Avvikelsen är uppmätt i över och nedkant på elementet. Histogrammet som är speglat visar en standardavvikelse på 2,6 mm.

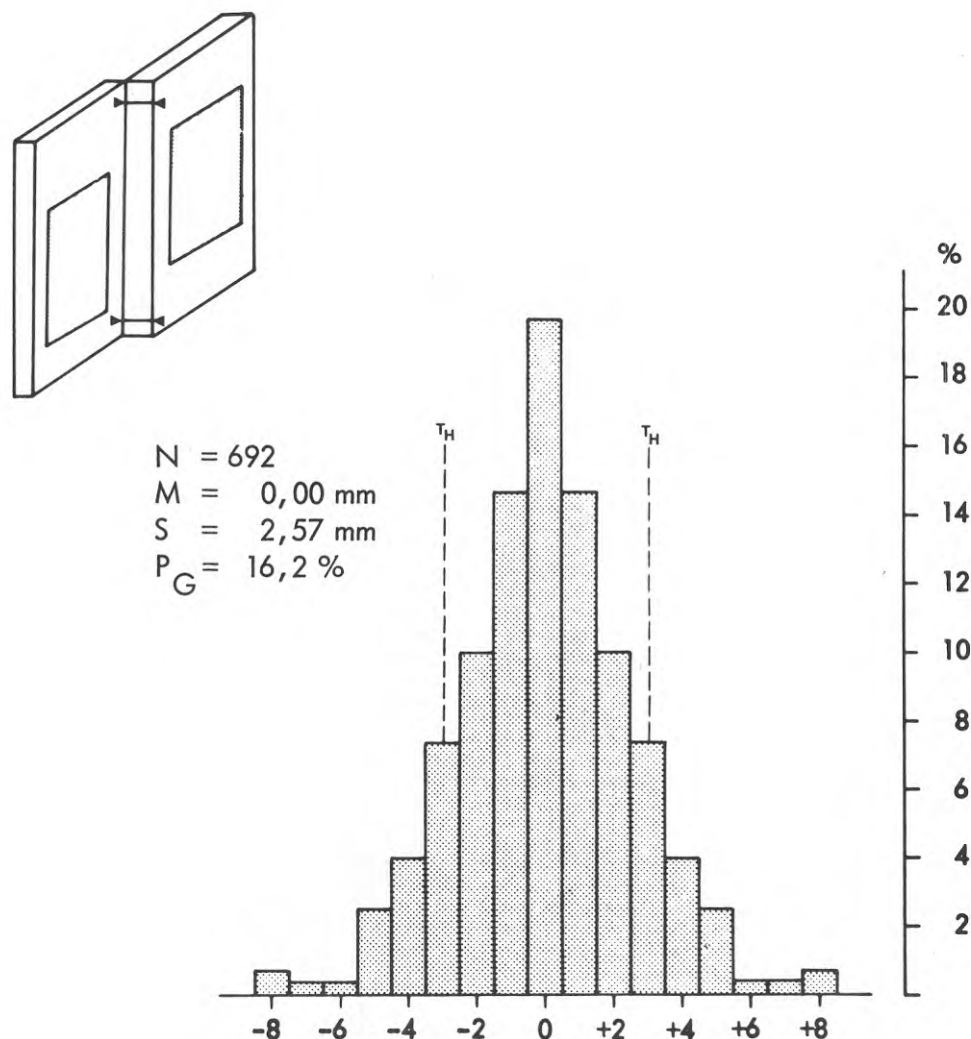


FIG. 75 Fasadelement: Fogsprång i sida mellan intilliggande element
 Facade unit: Joint step between adjacent units, inside

7.1.06 Fogsprång i höjd

Fogsprånget i höjd är den uppmätta skillnaden mellan intilliggande elements fönsterkarm. Histogrammet i FIGUR 76 som är speglat visar att standardavvikelsen är 2,5 mm.

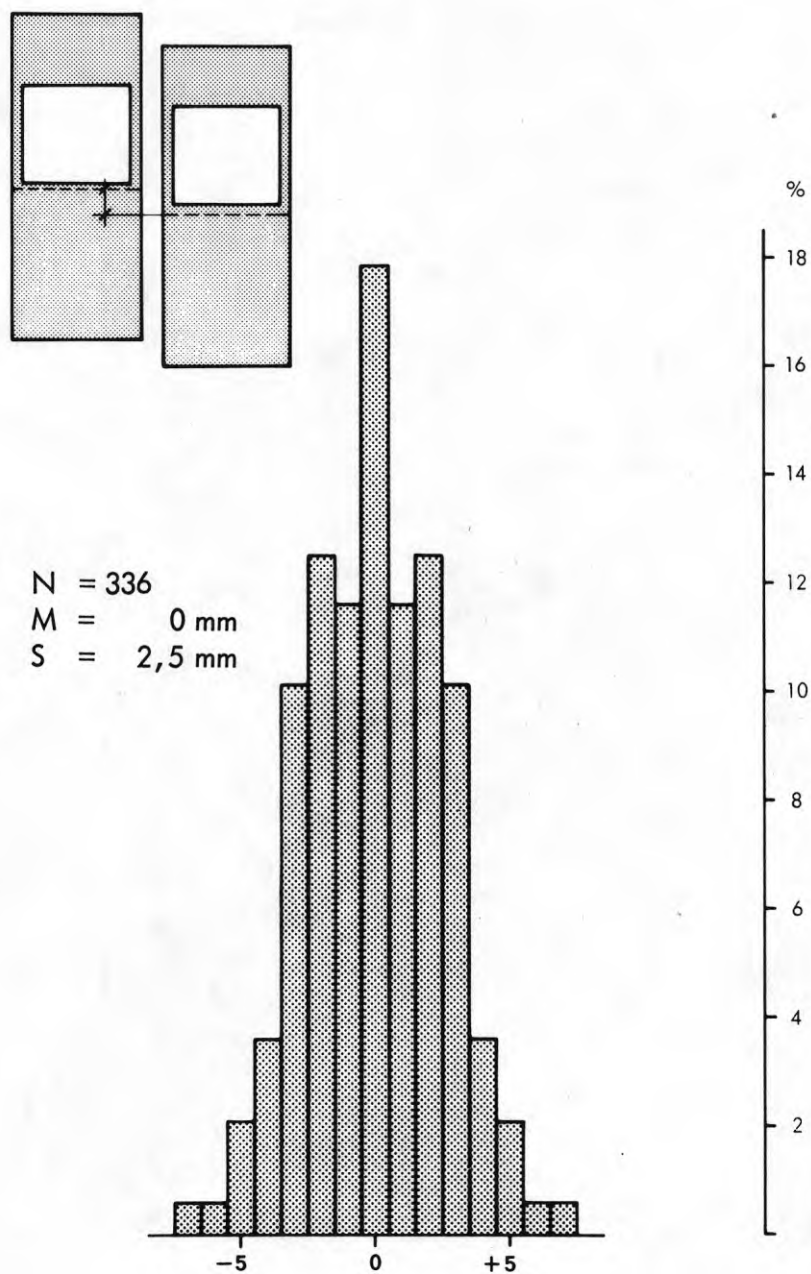


FIG. 76 Fasadelement: Fogsprång i höjd mellan intilliggande element
 Facade unit: Joint step in level between adjacent units

7.1.07 Fogsprång mellan intilliggande plan

Fasadelementens fogsprång mellan plan 6 och 7 i del 5 har uppmätts. Standardavvikelsen är 4,2 mm, se FIGUR 77. Histogrammet i figuren är speglat.

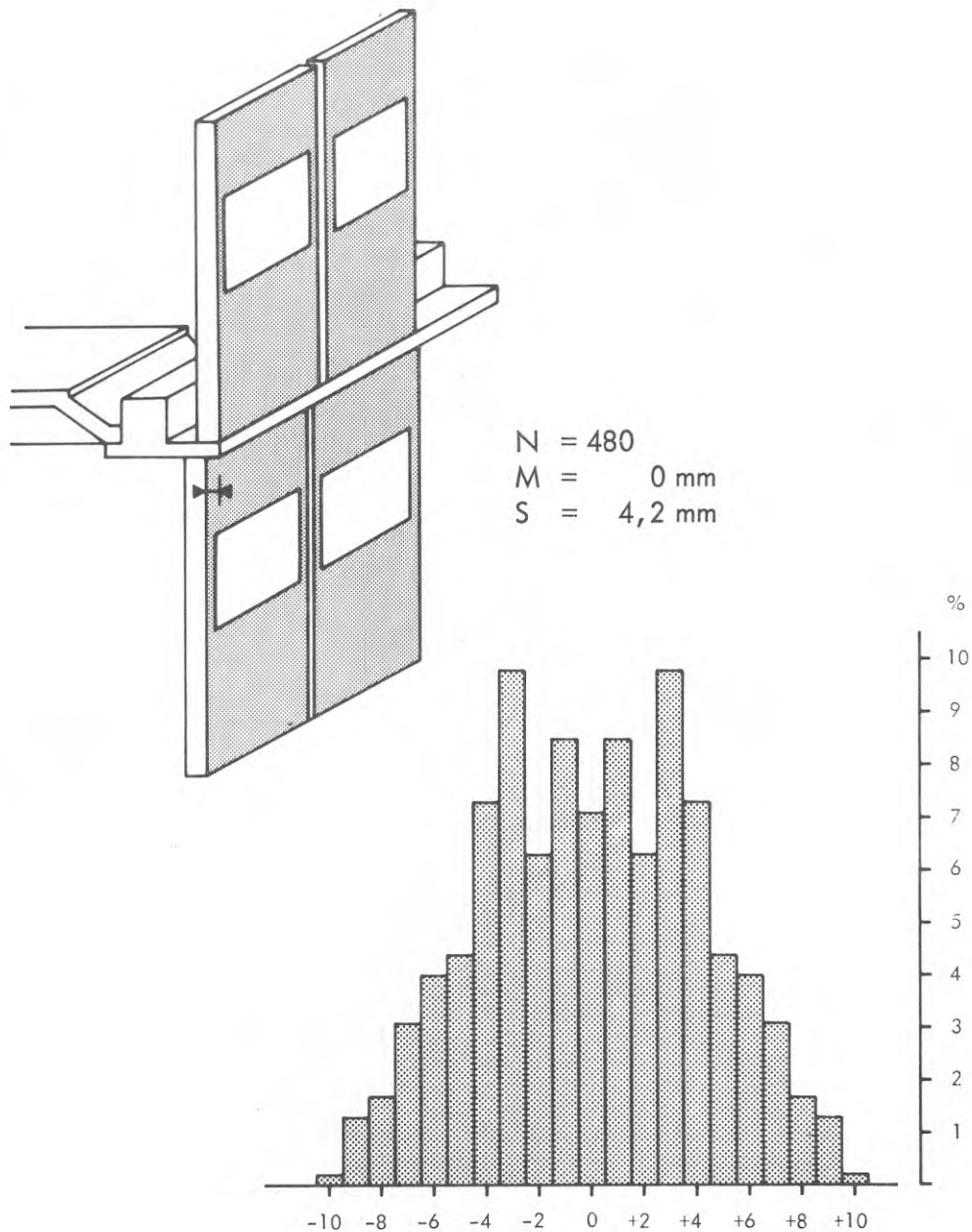


FIG. 77 Fasadelement: Fogsprång i sida mellan intilliggande våningar
 Facade unit: Joint step between adjacent floors, outside

7.1.08 Lutning

Fasadelementens lodavvikelse har uppmätts och redovisats i FIGUR 78. Lodavvikelsen avser mm/våningshöjd. Medelvärdet för lodavvikelsen är 1,8 mm, negativt värde vid lutning in mot våningsplanet och positivt utåt. Standardavvikelsen är 4,5 mm. De uppmätta värdena anger att fasadelementen monterats med en lutningstolerans på ca ± 10 mm.

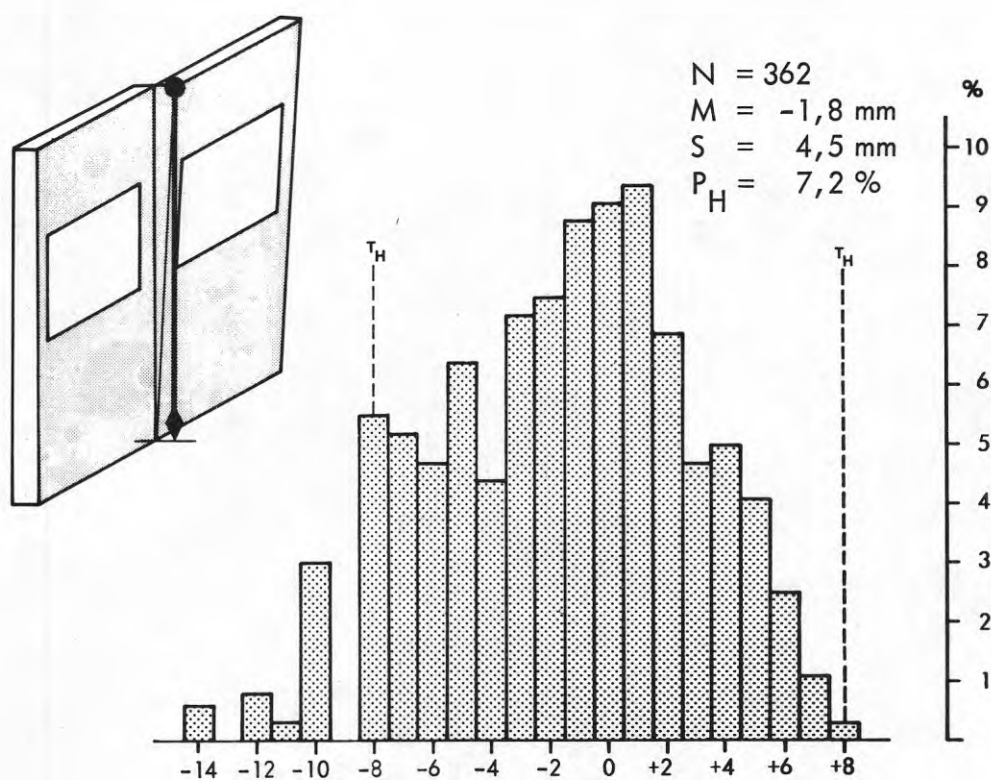


FIG. 78 Fasadelement: Lutning, avvikelserna betecknas negativt vid lutning in mot våningsplan, positivt vid lutning från våningsplan
 Facade unit: Deviation from verticality. Inclination inwards towards the building is denoted negative, inclination outwards positive

7.1.09 Skevhet

Fasadelementens skevhet har mätts efter montage. Skevheten har beräknats som det fjärde hörnets avvikelse från ett plan genom de tre övriga. I FIGUR 79 anges att standardavvikelsen är 3,4 mm. Det innebär att de monterade fasadelementen kan ha en skevhet som kan uppgå till ca 10 mm.

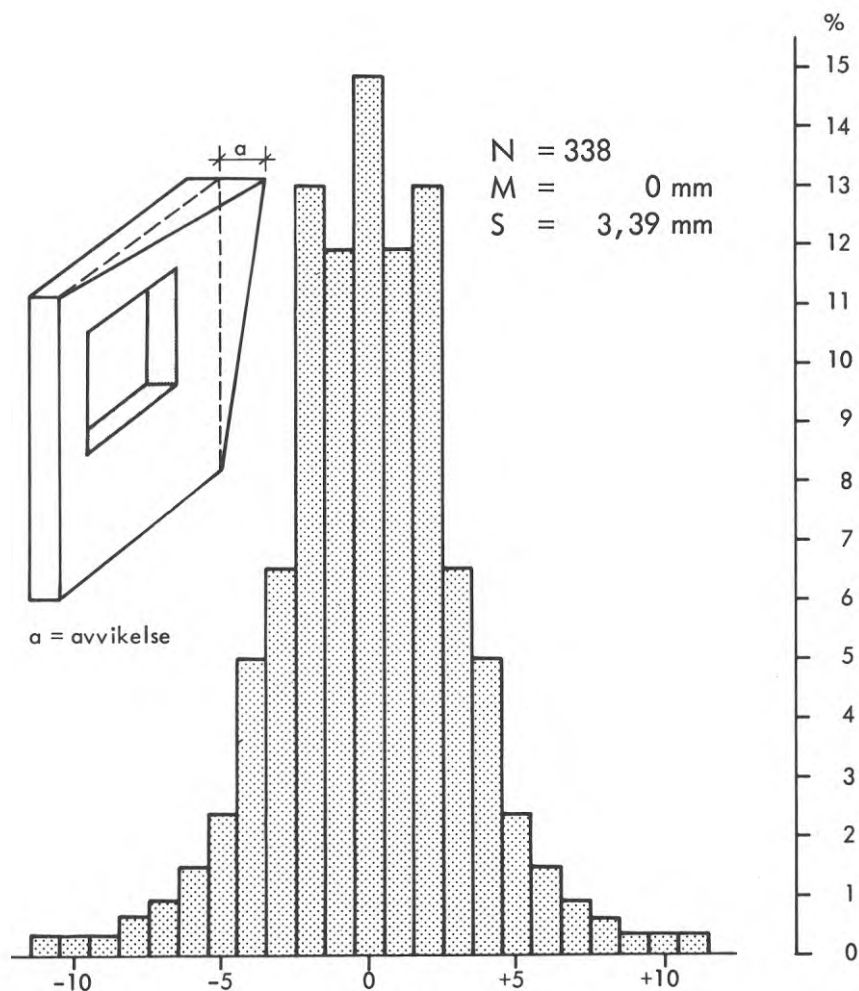


FIG. 79 Fasadelement: Skevhets
 Facade unit: Warping

7.1.10 Fogar

Den vertikala fogen mellan fasadelementen har mätts på 3 ställen, se FIGUR 80. Den nominella fogen är 50 mm. Medelvärdet av de uppmätta fogarna är 39,8 mm, alltså en skillnad på 10 mm. Eftersom utrymmet för fasadelementen inte är för litet, se punkt 5.2 Trapphustorn, får det minskade fogutrymmet tillskrivas fasadelementen. Standardavvikelsen på den uppmätta fogbredden är 2,6 mm, en spridning kring medelvärdet som tyder på att man monterat med fogbredden 40 mm.

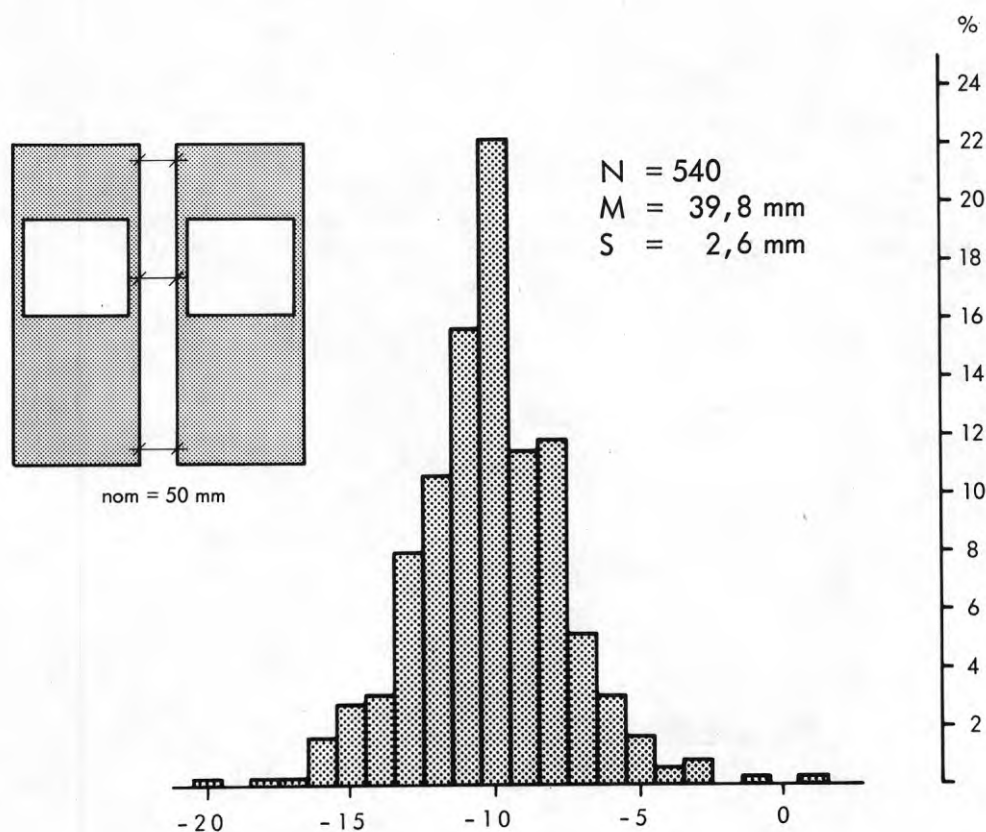


FIG. 80 Fasadelement: Fogbredd
Facade unit: Joint width

7.2 Rumsdimensioner

7.2.1 Beskrivning av kontorsrum

De två första våningarna ovan mark på kv Garnisonen innehåller rum som kräver stor takhöjd, t ex entréhallar, hörsalar, bibliotek och kontorslandskap. Våningarna högre upp i byggnaden utgörs i princip av tre kontorslängor parallella med Karlavägen.

Kontorsrummens väggar, som är flyttbara, är uppbyggda på en stomme av stålreglar. Väggsnivåerna består av 12 mm tjocka hårda träfiberskivor (karlit) med en ytbeläggning av 2,5 mm mineraliskt material. Isoleringen består av 50 mm tjock mineralull.

Utgångsläge för väggmontaget var den monterade stommen och korridorväggens centrumlinje som satts ut på kassettbenen.

7.2.2 Längd vid golv och tak

För att få en uppfattning om måttnoggrannheten i kontorsrummen har dess dimensioner uppmätts i ett antal slumpvis valda rum. I FIGUR 81 redovisas längdmått tagna vid golv och tak. Man finner att någon större skillnad mellan golv och tak inte förekommer. Medelvärdet är 4129,9 resp 4131,8 mm. Medelvärdet skiljer sig däremot från det nominella, som är 4150. Standardavvikelsen är 5,9 till 4,3 mm. Medelvärdenas avvikelse från det nominella måttet kan till största delen förklaras av att stombredderna är något för liten, se punkt 6.1.08 avstånd mellan pelare, samt att korridorerna i genomsnitt är 5 mm för breda.

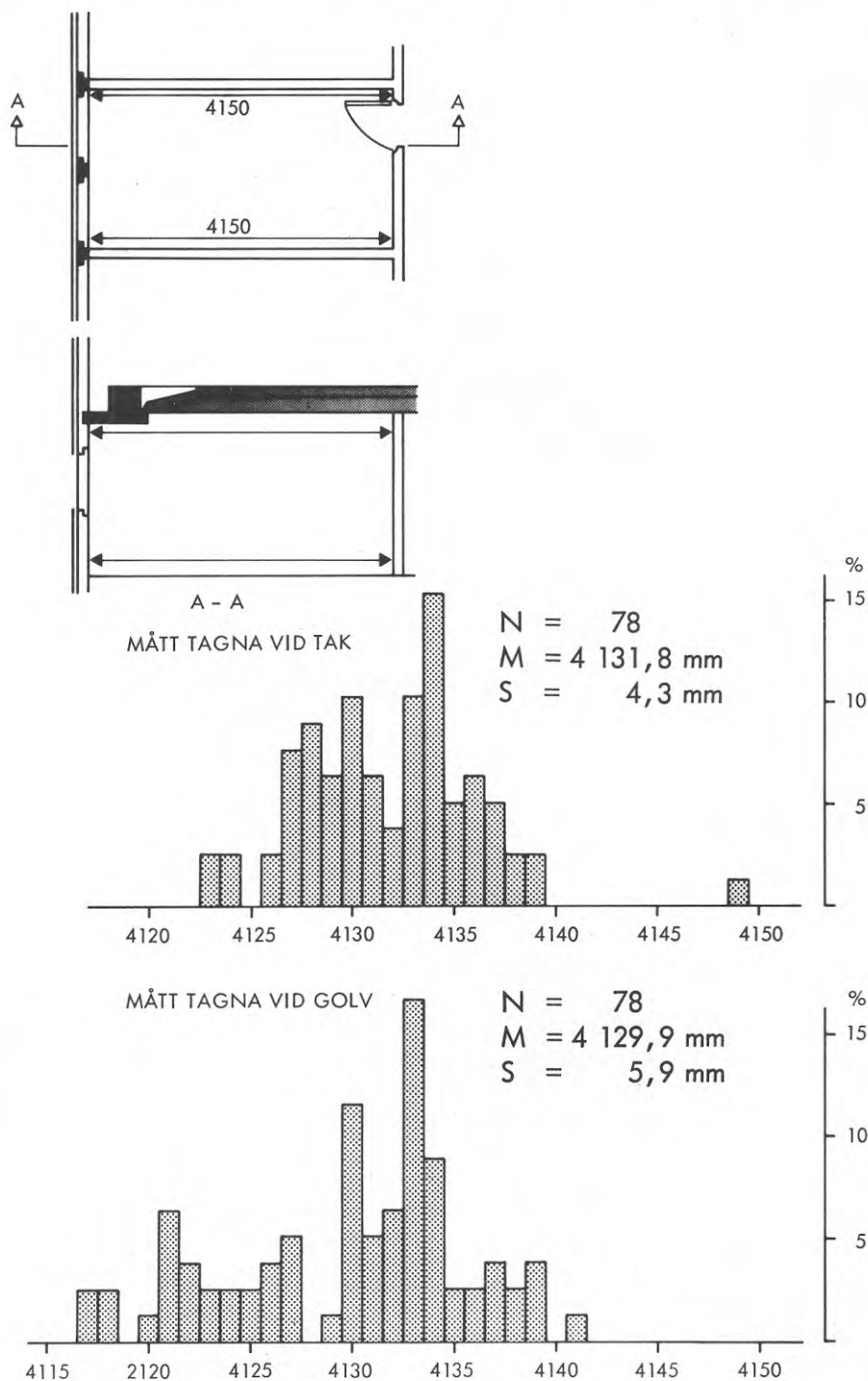


FIG. 81 Rumsdimensioner: Verklig längd vid golv och tak
Room dimensions: Actual length along floor and ceiling

7.2.3 Bredd vid golv och tak

Kontorsrummens breddmått har även mätts, se FIGUR 82. Ingen skillnad i mått vid golv och tak föreligger. De uppmätta bredderna ligger också mycket nära det nominella måttet. Standardavvikelsen är 5,0 mm.

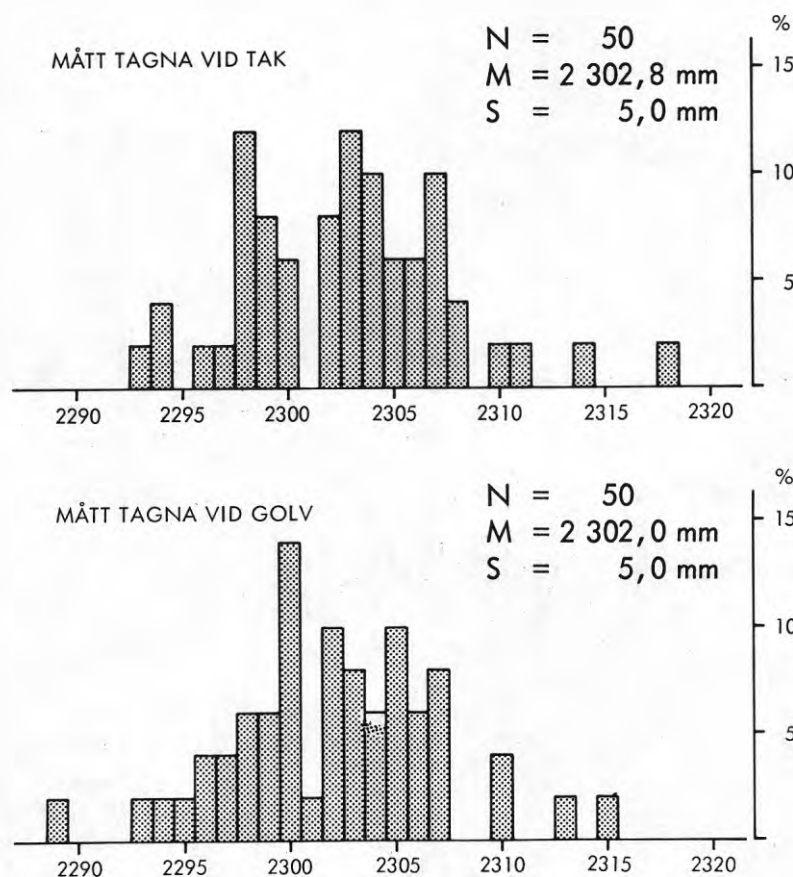
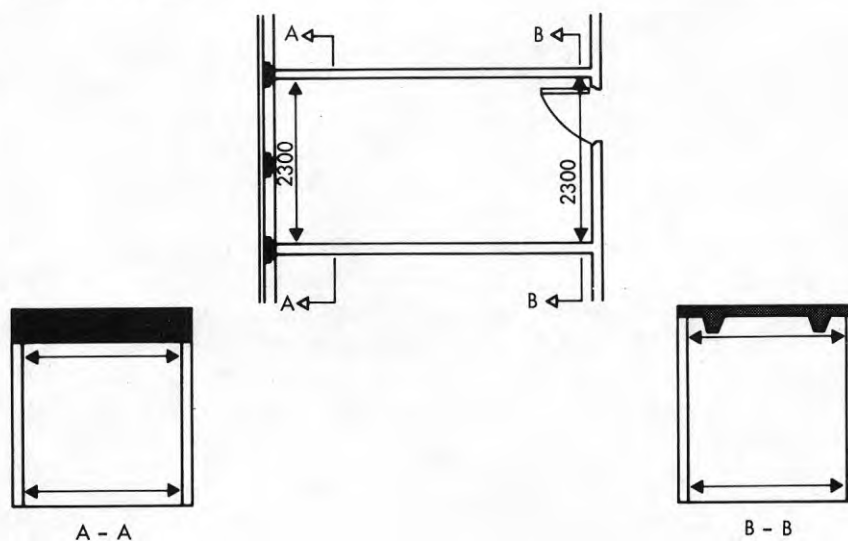


FIG. 82 Rumsdimensioner: Verklig bredd vid golv och tak
Room dimensions: Actual width along floor and ceiling

7.2.4 Rumshöjd

Rumshöjden, betong-betong, har mätts i de rum vars längd och bredd redovisas under punkterna 7.2.2 och 7.2.3. Även rumshöjderna har mätts med teleskopisk längdmätare. Måtten som redovisas i figur 83 är tagna dels vid korridorvägg och dels vid yttervägg.

Vid korridorväggen har måttet mellan ök plastbetong och uk kassetten mätts. Medelvärdet är 2536 mm dvs 6 mm större än det nominella. Denna skillnad kan till största delen hänföras till kassetterns överhöjning. Den relativt stora spridningen 7,4 mm får till stor del tillskrivas variationen i överhöjningen.

Rumshöjden vid yttervägg är mätt mellan ök plastbetong och uk balk. Här är måttet något mindre än det nominella. Skillnaden beror på att ök kassett i ändarna ligger i genomsnitt 8 mm för högt, se punkt 6.3.42. Visserligen ligger även balkarna några millimeter för högt, vilket gör att en mindre del av avvikelserna även beror på att plastbetongen lagts något högre än höjden för färdigt golv.

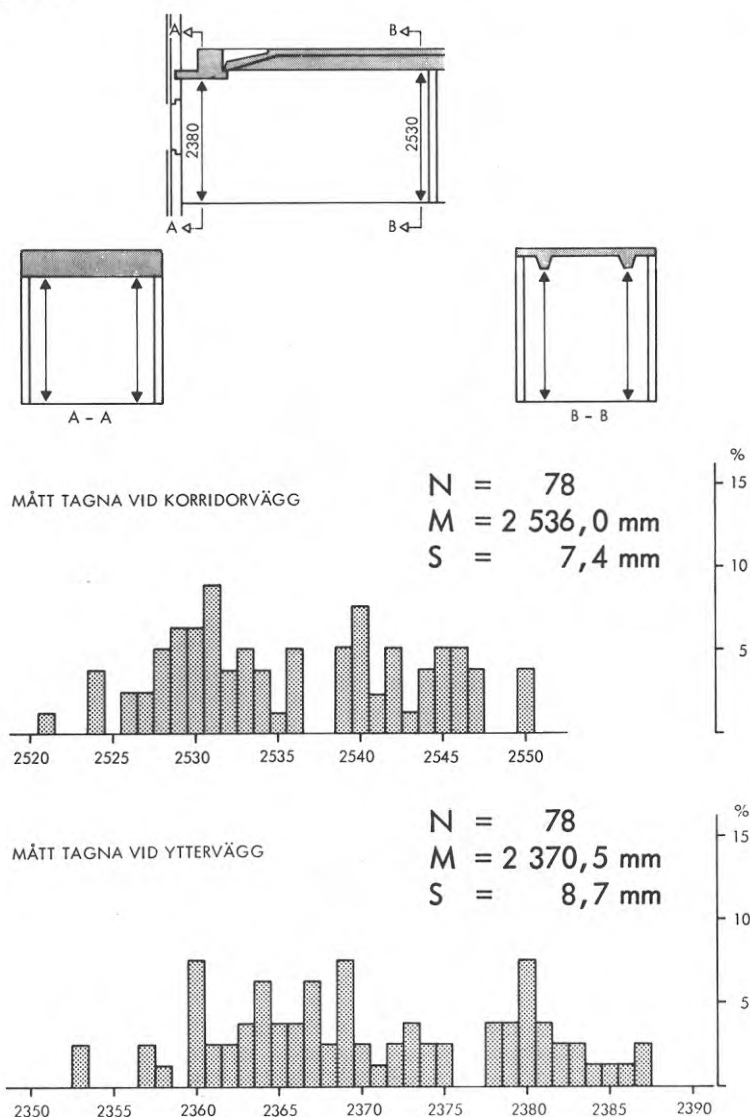


FIG. 83 Rumsvolymer: Verklig rumshöjd vid korridorer och yttervägg
Room dimensions: Actual room height at corridor and external wall

8. SAMMANFATTNING

I detta kapitel sammanfattas några av de resultat och de synpunkter som har framkommit vid bearbetning av mätningssunderlaget.

För att kunna få en uppfattning om Kv Garnisonens måttnoggrannhet har värdena jämförts med värden från ett antal andra objekt.

Utgångspunkter för utsättning (kap 4)

Som framgår av redovisningen uppfyller primär- och sekundärnätet de noggrannhetskrav som ställs i Svensk Standard (SIS 02 12 51 - 55). Dessa standarder har de stora fördelarna att kraven på noggrannhet är väl formulerade, i motsats till tidigare förekommande beskrivningar av kvalitetskrav. Detta har därför möjliggjort en lättare och en mer systematisk kontroll av primär- och sekundärnät.

Noggrannheten vid upplodning av sekundärpunkterna kan anses vara mycket god. De don som användes för markering, borde kunna förenklas. En annan metod som ofta tillämpas är s k excentrisk lodning. Med denna metod kan också en hög noggrannhet uppnås (se Informationsblad B 9:1971). De erforderliga markeringarna med stålskivor intill hålen är både stabila och billiga. Dessutom förblir ursparingarnas utrymme helt fritt för siktlinjen och höjdmätning med band.

En mer allmän synpunkt på primärnät är att det ofta förekommer (som t ex i föreliggande undersökning) några trianglar med markant olika långa ben eller korta höjder.

Stora skillnader mellan siktlängderna medför en stark omfokusering av instrumentet vid vinkelmätning. Oregelbunden gång hos fokuseringslinsen kan föranleda en ändring av siktlinjen och därmed en felaktig vinkelmätning.

Trianglar med korta höjder är, felteoretiskt sett, ett mindre stabilt underlag för vidare utsättning. (Galvenius; se litteraturförteckning).

Följande riktlinjer för planering av primärsystem kan därför anges:

- . nätets periferi bör utgöras av en regelbunden månghörning
- . lika långa sidor bör eftersträvas
- . periferivinklarna får inte vara spetsiga
- . nätet förstärks med diagonaler (speciellt i avlånga nät)
- . trianglar med korta höjder bör undvikas.

Trapphustorn (kap 5.2)

Av mätningssultatet framgår att utsättning och montering av gjutformarna haft en viss inverkan på avvikelserna. Redan på bjälklag två förekommer stora avståndsavvikelser och dessutom vridningar av tornens läge i förhållande till varandra.

Större utsättningsavvikelser kan numera undvikas genom systematisk kontroll av utsatta detaljmått, enligt Svensk Standard.

Mätvärdena visar också att vridningarna i allmänhet ökar vid varje efterföljande bjälklag. Förekomsten av språng, p g a skarvförskjutning, mellan olika våningar tyder på det. Fortsatta studier torde kunna utvisa om de avvikelser som uppstår under eller efter gjutningstillfället är acceptabla.

I tabell 5 jämförs avståndsavvikelser mellan platsgjutna delar med resultatet från andra studier (platsgjutna pelare och väggar).

TABELL 5 Avståndsavvikelser mellan trapphustorn
(alla våningsplan)
Clear distance between in situ staircases
(all floors)

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTALET AVVIKELSER	
	ANDRA OBJEKT	KV. GARNISONEN
+ - 20 mm	2 - 38 % *(m = 16 %)	17 %
+ - 30 mm	1 - 20 % (m = 7 %)	8 %

*m = medelvärdet

Pelare (kap 6.1)

Av mätresultatet framgår att pelarnas inbördes avvikelser huvudsakligen kan tillskrivas läget i botten. Detta är framförallt märkbart i riktningen vinkelrät mot balken, där medelvärdet vid pelarfot är - 12 mm och för samtliga våningar - 9,3 mm

I tabell 6 jämförs pelarnas inbördes lägesavvikelser med andra objekt och i tabell 7 lutningsavvikelser per våning. I tabell 7 har värdena delats upp enligt HusAMA klass 1-4.

TABELL 6 Avståndsavvikelser mellan pelare
(alla våningsplan)

Clear distance between precast columns
(all floors)

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTALET AVVIKELSER			
	ANDRA OBJEKT		KV. GARNISONEN	
	BETONG- PELARE	STÅL- PELARE	BALK- RIKTNING	TVÄRS- BALK
+ - 15 mm	5 - 27 % *(m = 17 %)	0 - 3 %	15 %	32 %
+ - 20 mm	1 - 14 % (m = 7 %)	0 - 1 %	6 %	19 %

*m = medelvärdet

TABELL 7 Lutning per våning (mätlängd 3,000 meter)

Verticality of columns per 3,000 metre height

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTAL AVVIKELSER		
	ANDRA OBJEKT		KV. GARNISONEN
	BETONG- PELARE	STÅL- PELARE	BÅDA RIKTNINGARNA
+ - 3 mm	38 - 78 % *(m = 55 %)	8 - 64 % (m = 52 %)	48 %
+ - 5 mm	15 - 48 % (m = 28 %)	2 - 44 % (m = 30 %)	25 %
+ - 8 mm	2 - 26 % (m = 10 %)	1 - 22 % (m = 12 %)	6 %
+ - 12 mm	0 - 9 % (m = 2 %)	0 - 6 % (m = 4 %)	0 %

*m = medelvärdet

Balkar och TTK (kap 6.2 resp 6.3)

Cirka 5 % av avvikelserna i bredd för båda komponenterna är större än 5 mm. Detta är i jämförelse med andra studier en normal procentsats. Stora avvikelser i bredd förorsakas som regel av det sätt på vilket gjutformarna behandlas och underhålls.

Längd avvikelser, som i allmänhet är större än bredd avvikelser, beror inte bara på mätfel vid placering av avstängare och ursparingar, utan ofta på att dessa ger efter under gjutningen av komponenterna.

För balkarna jämförs längd avvikelserna i tabell 8 och för TTK i tabell 9. Tjockleks avvikelser för båda komponenterna jämförs i tabell 10.

TABELL 8 Balkarnas längd avvikelser
Deviations in length of precast beams

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTALET AVVIKELSER		
	ANDRA OBJEKT	KV. GARNISONEN	
		ENLIGT FIG. 31	ENLIGT FIG. 32 **
+ - 10 mm	3 - 6 % *(m = 5 %)	4 %	15 %
+ - 15 mm	1 %	1 %	3 %
+ - 20 mm	-		

*m = medelvärdet

** = ursparing för pelaranslutning

TABELL 9 T T K-plattornas längd avvikelser
Deviations in length of T T- components

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTALET AVVIKELSER		
	ANDRA OBJEKT	KV. GARNISONEN	
		ENLIGT FIG. 51	ENLIGT FIG. 52 **
+ - 10 mm	2 - 46 % *(m = 18 %)	27 %	98 %
+ - 15 mm	1 - 29 % (m = 9 %)	14 %	94 %
+ - 20 mm	0 - 17 % (m = 4 %)	16 %	84 %

* m = medelvärdet

** = ursparing för pelaranslutning

TABELL 10 Tjockleksavvikelser hos balkar och T T K- plattor
Deviations in thickness of precast beams and T T-
components

AVVIKELSER STÖRRE ÄN	ANTALET AVVIKELSER				
	ANDRA OBJEKT		KV. GARNISONEN		
	BALK **	T T K	BALK		T T K
			ENLIGT FIG. 34	ENLIGT FIG. 35	
+ - 5 mm	8 - 70 % *(m = 30 %)	1 - 70 % (m = 21 %)	50 %	30 %	54 %
+ - 10 mm	0 - 15 % (m = 6 %)	0 - 30 % (m = 5 %)	15 %	2 %	12 %

* m = medelvärdet

** = avser hela balktjockleken

Avvägning av underkant balk har samma noggrannhetsgrad som avvägningar kända från andra objekt, dvs ca 30 % av avvikelserna var större än 5 mm och ca 5 % större än 10 mm. De andra objekten med vilka avvikelserna jämförts hade dock en tolerans på ± 10 mm i stället för ± 5 mm som gällde för kv Garnisonen.

Den avgörande avvikelsen för läge i höjd styrdes dock till 75 % av variationen i plattornas överhöjning.

Fasaden (kap 7.1)

Fasadkomponenternas byggplatsavvikelser motsvarar vad som har uppmätts på andra objekt.

LITTERATUR

Div. Måttnoggrannhetsstudier

- Agri, O och Sernelin, T, Måttavvikelser hos betongelement.
(AB Jacobson & Widmark och Skånska Cementgjuteriet.)
Stockholm 1970.
- Ahlgren, B och Ringvall, S, Uppmätning av monteringsnoggrannheten hos förtillverkade betongelement. (Kungl. Tekniska Högskolan, Institutionen för Brobyggnad.) Examensarbete nr 151. Stockholm 1969.
- Baehre, R, Stålstommars måttnoggrannhet. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport R 54:1968. Stockholm 1968.
- Baehre, R och Carlsson, G, Stålstommars måttnoggrannhet i hallbyggnader. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport R 39:1972. Stockholm 1972.
- van den Berg, J, Måttnoggrannheten vid byggnadsstyrelsens nya byggsystem. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport R 18:1971. Stockholm 1971.
- Bring, C, Planhet och lutningar hos golv.
Byggnadsindustrin 1969:11-12.
- Fiorato, A. E. Geometric variations in the columns of a precast concrete industrial building. Report 1972:2. (Forskningsinstituttet for cement og betong, Norges Tekniske Høgskole.) Trondheim 1972.
- Hagblom, J, Måttnoggrannhet hos flervånings betongelementstomme. Höglager för Gislaveds gummifabrik. Institutionen för konstruktionsteknik. Betongbyggnad. Examensarbete 73:7. (Chalmers tekniska högskola.) Göteborg 1974.
- Holmberg, A, Undersökning av måttnoggrannhet hos armering, betongelement och montage. Nordisk Betong, 1965:4.
- Johansson, A och Warris, B, Avvikelser i armeringsstängernas läge. Rapport 30/68. (Statens institut för byggnadsforskning.)
- Jönis, P.J., och Eriksson, T, Ytjämnhet och måttnoggrannhet hos platsgjutna betongkonstruktioner samt ytjämnhet hos monterade betongelement. Nordisk Betong, 1971:1.
- Klingberg, L, Måttnoggrannhetsstudier på pelarbalkstomme. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport R 38:1970. Stockholm 1970.
- Klingberg, L, Måttnoggrannhetsstudier på elementhus med flexibel fogutformning. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport R 28:1971. Stockholm 1971.
- Kärrholm, G och Klingberg, L, Fogbredder i betongelementfasader. Mätningar och mätresultat. Institutionen för byggnadsteknik, byggnadsakustik och byggnadskonstruktion. Rapport 1973:27. (Chalmers tekniska högskola.) Göteborg 1973.

Linde, L, Precisionsmätningar för byggnation av Linköpings högskola. Viakbladet nr 4:1971.

Lundström, E, Måttstudier utförda på radhus i Salem. AB Lättbetong. Stockholm 1970.

Noborn, B och Olsson, P-A, Uppmätning av krokighet hos bropelare. Institutionen för konstruktionsteknik - betongbyggnad. Examensarbete 1969:4. (Chalmers tekniska högskola.) Göteborg 1970.

Norrbelius, A, Måttnoggrannhet hos flervånings stålstomme. Institutionen för konstruktionsteknik, Stål- och Träbyggnad. Int. Skr. S 72:14. (Chalmers tekniska högskola.) Göteborg 1972.

Nyquist, I, Måttnoggrannhet och toleranser. (Statens nämnd för byggnadsforskning.) Rapport 54. Stockholm 1959.

Suu, V, Loftgångshus med långa spännvidder. Nordisk Betong 1973:3.

Mätmetoder

van den Berg, J, Utsättnings- och kontrollmättningsmetoder vid byggnadsproduktion. (Statens institut för byggnadsforskning.) Rapport 42/69. Stockholm 1969.

van den Berg, J, Lindberg, Å, Naucclér, J, Utsättningsmetoder för husbygge. Informationsblad B9:1971, (Statens institut för byggnadsforskning.) Stockholm 1971.

Bjerhammar, A, Geodesi, (Almqvist och Wiksell.) Stockholm 1967.

Bring, C, Provningsmetoder för golvmaterial och golvkonstruktion. Rapport 20/68. (Statens institut för byggnadsforskning.) Stockholm 1968.

Hallmén, B. G., Koordinater i bebyggelseprocessen. Rapport R 30:1972. (Statens institut för byggnadsforskning.) Stockholm 1972.

Heyman, F, Utsättning i plan och höjd. Informationsblad B4:1973. (Statens institut för byggnadsforskning.) Stockholm 1973.

Klingberg, L, Utsättning med optiskt lod. Informationsblad 1963:40. (Statens institut för byggnadsforskning.)

Lundin, E, Ölandsbron. Inte bara betong och armeringsstål. Statens Vägverk TF 124. Stockholm 1973.

Measuring practice on the building site. CIB report no 29. Document D9:1973. (Statens institut för byggnadsforskning.) Stockholm 1973.

Ternryd, C-O, Lundin, E, Mätningsteknik och fotogrammetri. Andra upplagan, (Akademiförlaget.) Göteborg 1970.

Allmänt om felteori och statistik

Ahlström, U och Granberg, F, Statistik för ingenjörer.
(SRS förlag.) Stockholm 1966.

Bjerhammar, A, Theory of Errors and Generalized Matrix Inverses
Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam - London.
New York 1973.

Galvenius, G. Osäkerhetsmått för triangelnät. Institutionen
för geodesi. Kungliga tekniska högskolan. Stockholm 1973.

Hald, A, Statistical Theory with Engineering Applications,
John Wiley & Sons, Inc.
New York 1965.

Hallert, B, Elementär felteori för mätningar, P.A. Norstedt &
Söners Förlag. Stockholm 1967.

Allmänt om måttnoggrannhet och toleranser

Agri, O och Norrbelius, A, Måttoleranser stommar, en litteratur-
studie. Arbetshandling. Rapporten kan lånas från Statens råd
för byggnadsforskning. Stockholm 1972.

Agri, O och Norrbelius, A, Projektering med toleranser.
Informationsblad B7:1973. (Statens institut för byggnads-
forskning.) Stockholm 1973.

Fiorato, A E, Geometria imperfections in concrete structures.
A literature survey. Document D5:1973. (Statens institut för
byggnadsforskning.) Stockholm 1973.

Hidemark, B, Lorentsen, M och Willén, N, Förtillverkade bygg-
produkter fordrar bättre måttdisciplin. Standard, tidskrift
för standardisering 73/5. Sveriges Standardiseringskommission.
Stockholm 1973.

Kunna toleranser. Kunna seminarium. Byggandets samordning BSAB.
Stockholm 1974.

Lorentsen, M, Beräkningsmässig hänsyn till imperfektioner i
montagebyggen. Tekniska meddelanden nr 25. Halmstads järnverk AB.
1971.

"Måttoleranser", kongressbok Nordisk betongkongress i Bodö,
1973, sid 7-93. Norsk Betongforening. Oslo 1973.

Sahlin, S, Imperfektioner vid montagebyggande med betongelement.
Tekniska meddelanden nr 25. Halmstads järnverk AB. 1971.

Slettebø, B, Betongelementer, målinger og toleranser. Rapport
74. Norges Byggeforskningsinstitut. Oslo 1972.

Tolerances and Accuracy in Building Colloquium Organized by
CIB Working Commission W49 in Collaboration with FIG. CIB
report no 16, SBI-rapport 81 (Statens Byggeforskningsinstitut.)
Köpenhamn 1972.

Svensk Standard

- SIS 020101 Kontroll och Provning.
Terminologi.
- SIS 021109-15 Måttbestämning av byggvaror.
Betongelement.
- SIS 021116-20 Isolermaterial.
Mätmetoder.
- SIS 021251-55 Utsättning och Inmätning.
- SIS 032232 Byggritningar.
Toleranser, symboler, beteckningar,
skrivsätt och ritsätt.
- SIS 050211 Byggtoleranser.
Toleransvidder.
- SIS 050212 Byggtoleranser.
Toleranssystem.
- SIS 050213 Byggtoleranser.
Samspel mellan toleranser.
- SIS 050214 Byggtoleranser.
Samspel mellan toleranser.
Formler.
- SIS 050215 Byggtoleranser.
Terminologi.
- SIS 050501 Toleranser.
Grundläggande Terminologi.
- SIS 641210 Geodetiska kikarinstrument.
Bestämning av geometriska
egenskaper hos kikare.
- SIS 641211 Geodetiska kikarinstrument.
Avvägningsinstrument. Provning av
funktion och mätnoggrannhet.
- SIS 641112 Mätband av stål.
10-100 meter.
- SIS 641113 Mätband av stål.
1-5 meter.
- SIS 641114 Mätstockar.
0,5-3 meter.

R25: 1974

Denna rapport hänför sig till forskningsprojekt 277 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har finansierats med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm

Grupp: produktion

Pris: 20 kronor + moms