



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.



**NILS ANTONI  
KERSTIN ROSENBERG  
ANJA WELIN**

---

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

**Projekterings-  
underlag för  
skolbyggnader  
för grundskolan, 2**

**ÖPPENPLANSKOLOR**

---

**Förutsättningar Dimensionering  
Konstruktioner Installationer  
Klimat Belysning Akustik**

---

**NILS ANTONI  
KERSTIN ROSENBERG  
ANJA WELIN**

---

Rapport R50:1972

**Projekterings-  
underlag för  
skolbyggnader  
för grundskolan, 2**

**ÖPPENPLANSKOLOR**

---

**Förutsättningar Dimensionering  
Konstruktioner Installationer  
Klimat Belysning Akustik**

---

Denna rapport hänför sig till projekt 260 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har bedrivits med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm

UDK 727.1  
721.011.2

SfB Ba 4

ISBN 91-540-2085-9

Rotobekman Stockholm 1973

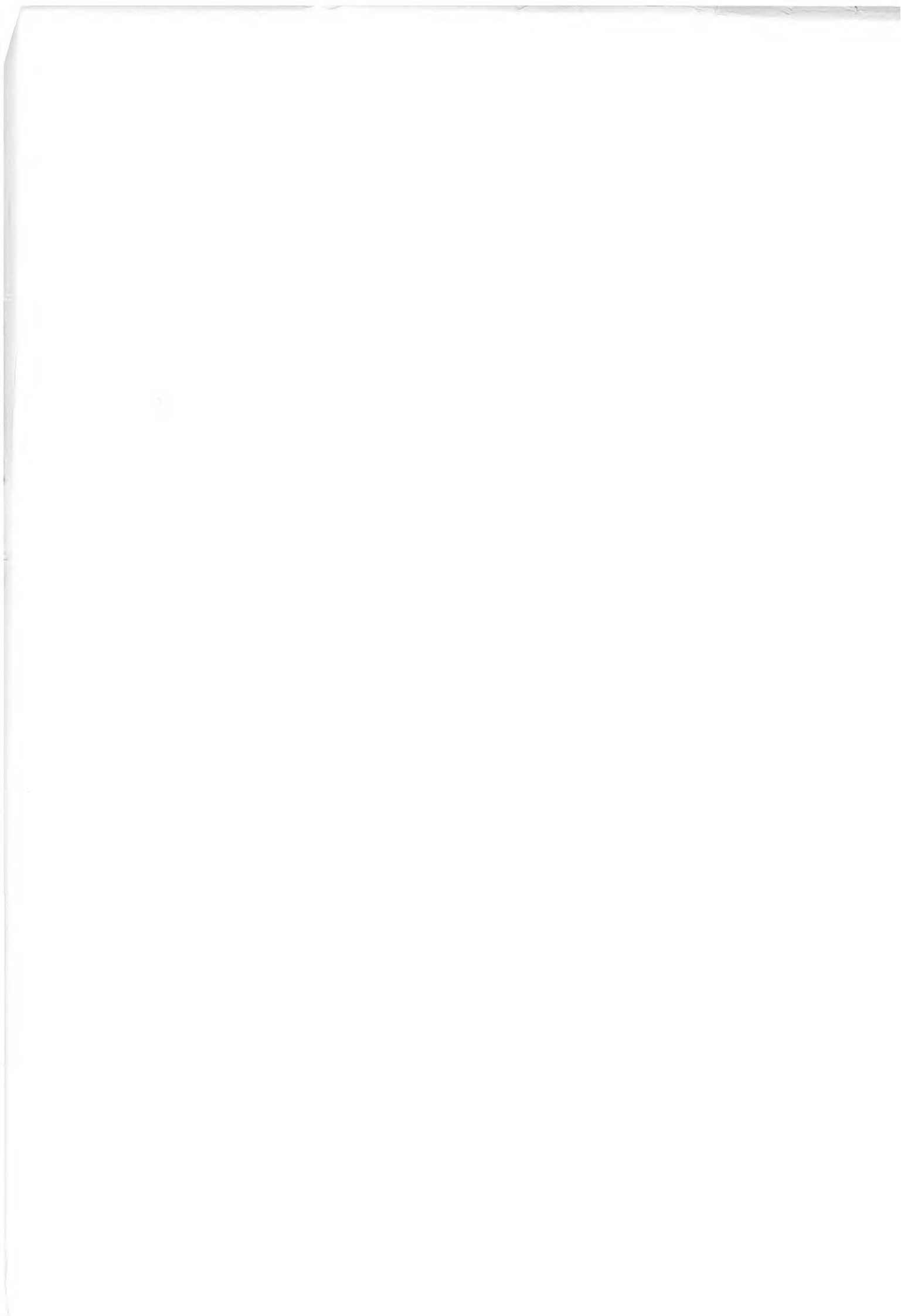
| INNEHÅLLSFÖRTECKNING  | SIDA |
|---|------|
| FÖRORD  | 5    |
| INLEDNING   | 6    |
| 1 FÖRUTSÄTTNINGAR   | 9    |
| 11. Redovisning av Rapport från Bygghforskningen 50/69  | 9    |
| 12. Förändrade förutsättningar för skolplanering  | 12   |
| 13. Redovisning av Provisoriska alternativa normer för beräkning av lokalbehov fastställda av Skolöverstyrelsen den 12.2.1970 | 19   |
| 14. Utredningens metod  | 21   |
| 2 DIMENSIONERING  | 22   |
| 21. Valt underlag för applikationsstudien   | 22   |
| 22. Typrum  | 41   |
| 23. Blockplaner   | 55   |
| 24. Studiehall, exempel   | 59   |
| 25. Litteraturförteckning   | 62   |
| 3 KONSTRUKTIONER  | 66   |
| 31. Förutsättningar   | 66   |
| 32. Konstruktionsalternativ   | 66   |
| 33. Tekniska och ekonomiska konsekvenser av studerade alternativ  | 68   |
| 34. Lönsamhetsgräns för åsar  | 77   |
| 35. Preferensmått   | 79   |
| 36. Modulsamordning   | 79   |
| 4 INSTALLATIONER  | 89   |
| 41. Värme och ventilation   | 89   |
| 42. Sanitet   | 90   |
| 5 KLIMAT  | 91   |
| 51. Förutsättningar   | 91   |
| 52. Klimatpåverkande faktorer   | 95   |
| 53. Klimatplanering   | 107  |
| 54. Beräkning av rumstemperaturer och kommentarer till klimatnorm   | 110  |
| 55. Litteraturförteckning   | 120  |
| 6 BELYSNING   | 122  |
| 61. Förutsättningar   | 122  |
| 62. Dagsljus  | 122  |
| 63. Tekniska synpunkter   | 123  |
| 64. Till rummet tillförd effekt   | 126  |
| 65. Bildvisning   | 126  |
| 66. Ljussättning i studiehallar   | 126  |
| 67. Sammanfattning  | 127  |
| 68. Litteraturförteckning   | 128  |
| 7 AKUSTIK   | 129  |
| 71. Allmänt   | 129  |
| 72. Studiehall  | 129  |
| 73. Basutrymmen   | 133  |
| 74. Bullrande utrymmen  | 136  |
| 75. Allmänna utrymmen   | 136  |
| 76. Informationssal   | 137  |
| 77. Maskinrum   | 137  |
| 78. Utomhusbuller   | 137  |
| 79. Litteraturförteckning   | 138  |
| 8 SAMMANFATTNING  | 139  |
| 9 BILAGOR   | 146  |
| 91. Littereringssystem för rum  | 146  |
| 92. Exempel på lokalprogram för 2p IM-skola med en specialklass och 6p H-skola med två specialklasser                         | 149  |
| 93. Förslag till klimatnorm för studiehallar  | 161  |



Antoni, N, Rosenberg, K & Welin, A, 1972. Projekteringsunderlag för grundskolan, 2. Öppenplanskolor. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R50:1972.

ERRATA

Sid. 20, rad 14 Hänvisning till not 1 sid 14 skall vara not 1 sid 16.





## FÖRORD

Statens institut för byggnadsforskning publicerade i rapport 50/69, Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan, resultatet av ett flerårigt försöks- och utredningsarbete, bedrivet på uppdrag av och delvis i samarbete med Skolöverstyrelsen (SÖ). Målsättningen var ett rationellt och förbilligt skolbyggande. I förordet till rapporten påpekades, att materialet skulle komma att kompletteras med underlag "även för projektering av lokaler för storgruppsundervisning och annan anpassning till mera fria arbetsformer". Denna komplettering publiceras i föreliggande rapport.

Utredningsarbetet har, även i detta avsnitt, delvis bedrivits i samarbete med Skolöverstyrelsen. Arbetet har redovisats för Skolöverstyrelsens nämnd för utvecklingsarbete inom skolbyggnadsområdet (SNUS). En första samlad sammanställning av utredningsmaterialet förelades nämnden hösten 71 och utsändes samtidigt som en begränsad remiss, bl a till nämndmedlemmarnas huvudorganisationer. Rapporten har därefter överarbetats med hänsyn till de framkomna synpunkterna.

Arbetet har utförts som ett projekt vid institutets byggnadsplaneringsgrupp.

## INLEDNING

Föreliggande rapport skall uteslutande ses som ett tillägg till rapport 50/69, vad avser vissa bestämda skolplantyper, och de båda projekteringsunderlagen kompletterar således varandra. Översynens syfte har varit att lokalisera och redovisa sådana korrigeringar och kompletteringar av rapporten 50/69, som kunde befinnas erforderliga för att anpassa projekteringsunderlaget till läroplanen Lgr 69 och att göra det användbart för projektering av sådana skolbyggnader, vilkas pedagogiska förutsättningar motiverar andra planformer, lokalstorlekar och lokalsamband än de för rapporten 50/69 förutsatta.

Samma undersökningsmetodik, med s k applikatoriska exempel, har använts, varvid "olika hypoteser beträffande mått- och måttsystem, ventilation, belysning, akustik och produktionsmetoder tillämpas på typiska planlösningar, kallade testplaner, av typiska skolorganisationer". Hypoteserna har i detta fall varit i rapport 50/69 uppställda regler, krav och rekommendationer, och lokalprogramunderlaget har utgjorts av de av SÖ utgivna lokalprogramnormerna benämnda "provisoriska" och "alternativa". Som typiska skolorganisationer har, liksom tidigare, valts 2p IM och 6p H. Som underlag för planlösningarna och för val av planlösningprinciper har legat en genomgång och analys av aktuella och för ändamålet relevanta skolplanlösningar, såväl uppförda som uteslutande projekterade. Dessa undersökningstekniska begränsningar utesluter dock givetvis icke att skolbyggnader med andra lokalprogram, såväl vad avser skolstorlekar och kombinationer av stadier, som omfattningen av i skolan integrerade lokaler, kan utformas inom ramen för de redovisade underlagen och rekommendationerna.

De nya lokaltyperna, gemensamma öppna ytor och studiehallar, uppvisar i det inventerade materialet mycket stora variationer från en skola till en annan, såväl beträffande utformning som användning. Valda former för lagarbete, olika elevgrupperingar, vuxenutbildningens omfattning etc påverkar lokalutnyttjandet (personbeläggning, användningstid per dag och år) och komplicerar förutsättningarna för att formulera entydiga krav på exempelvis det termiska klimatet och därigenom på de klimatstyrande installationerna.

Graden och önskvärdheten av "öppenhet" i byggda och planerade skolor debatteras livligt. Utredningsarbetet har emellertid koncentrerats på planer med så hög grad av "öppenhet" som förutsättningarna medgett och som dessutom ger möjligheter till framtida förändringar. Sådan planerad föränderbarhet beträffande sammanslagning av rum, lokalsamband etc avses tillsammans med eftersträvad generalitet beträffande lokalutformning (rumsformat, utrustning) ge möjlighet att i framtiden anpassa lokalerna till ändrade pedagogiska förutsättningar.

Målsättningen för arbetet har varit att formulera och redovisa underlag för sådana krav på funktionella egenskaper hos skolbyggnader, som kan medverka till ett förenhetligt och rationaliserat skolbyggande. En primär förutsättning är då givetvis, att kraven eller funktionerna över huvud är formulerbara, men härutöver krävs att de framställda kraven är kvantifierbara och

på andra sätt operationella, dvs med rimliga arbetsinsatser kan beräknas och kontrolleras. En stor mängd väsentliga egenskaper hos skolbyggnader låter sig beskrivas i sådana operationella termer, i utrymmesbehov, lufttemperatur, ljudreduktion, luminansfördelning etc - många likaså väsentliga egenskaper kan däremot ej beräknas eller beskrivas i operationella termer och har därför icke tagits upp i detta sammanhang. Detta innebär givetvis icke, att de betraktats såsom mindre betydelsefulla, endast oanvändbara för projekteringsunderlagets grundläggande syften. Ett uppfyllande av de i underlaget uppställda minimikraven och en tillämpning av de redovisade planeringsreglerna kan således aldrig garantera en högklassig skolmiljö - härför krävs även i fortsättningen andra förutsättningar, bl a kvalificerade projektörer. Utredningen har dock sökt fånga och i materialet implicera även sådana, mera svårformulerade krav på den fysiska miljön, vilka insamlats under det genomförda analys- och inventeringsarbetet, och upplevts som angelägna.

Projekteringsunderlaget kan tillämpas i olika hög grad, avsnittsvis och på olika nivåer. För ett konkret projekt kan t ex den normerade kravnivån tillämpas konsekvent, medan illustrationsnivån endast delvis tillämpas. Delar av materialet (bl a belysningsavsnittet) kan användas fristående och läggas till grund för en separat upphandling. Materialet i sin helhet, t ex den illustrerade typrumsserien, i lokalprogram redovisade egenskapskrav etc kan emellertid alltid utgöra en form av gemensamt referensmaterial angivande viss standard i rymlighets- och kvalitetshänseende användbart vid diskussion mellan brukare, beslutsfattare och projektör.

Redovisningen har utformats i någon mån med tanke på att de olika avsnitten skall kunna läsas separat. Vissa grundläggande förutsättningar redovisas därför inledningsvis i varje avsnitt.

Utvecklingsarbetet har handlagts av Byggnadsplaneringsgruppen vid Statens institut för byggnadsforskning. Utredningsresultaten har kontinuerligt förelagts Skolöverstyrelsen för granskning genom arkitekt Thomas Landherr vid P4. Samråd om arbetet har ävenså kontinuerligt skett i en för ändamålet bildad arbetsgrupp, i vilken Skolöverstyrelsen representerats av arkitekterna Thomas Landherr och Carl Cederholm och studierektor Lennart Flenhagen, Statens institut för byggnadsforskning av arkitekterna Kerstin Rosenberg och Anja Welin.

Statisk konsult har varit Nylander och Hernelind Konstruktionsbyrå AB genom ingenjör Konrad Hernelind. Installationsteknisk konsult har varit Wahlings Konstruktionsbyrå AB genom civilingenjör Allan Weström och ingenjör Svante Hovmark. Belysningskonsult har varit dels civilingenjör Hans Allan Löfberg vid institutets Klimatgrupp, dels ingenjör Lars Söderholm vid Gustav Magnusson konsulterande ingenjörbyrå.

Akustikavsnittet har utarbetats av professor Tor Kihlman vid institutionen för Byggnadsakustik vid CTH. I arbetet har vid olika skeden medverkat civilingenjörerna Sven Forshamm, Lennart Tunemalm och Bert Andreasson.

Klimatavsnittet har utarbetats av ingenjör Sven Mandorff vid institutets Klimatgrupp. Erforderliga kaloribalansberäkningar av resulterande rumstemperatur har genomförts av civilingenjör Engelbrekt Isfält vid institutionen för Uppvärmings- och ventilationsteknik vid KTH.

Ansvariga för utredningsarbetet har vid institutets Byggnadsplaneringsgrupp varit arkitekterna Kerstin Rosenberg och Anja Welin, som också tillsammans med arkitekt Micaela Norén stått för den slutliga utformningen av rapporten. Interiör- och exteriörperspektiven har ritats av arkitekt Erik Hemström, övriga ritningar av Monika Björn och Barbro Jernberg. Projektledare har varit arkitekt Nils Antoni.

## 1 FÖRUTSÄTTNINGAR

11. Redovisning av Rapport från Byggeforskningen 50/69

Statens institut för byggnadsforskning publicerade hösten 1969 som rapport 50/69 ett "Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan".<sup>1)</sup> Rapporten utgjorde en redovisning av ett projekt utfört på uppdrag av Skolöverstyrelsen, som också medverkat vid utredningsarbetet.

Utredningens målsättning var ett förbilligt skolbyggande. Det grundläggande motivet var skolbyggeriets splittrade karaktär med en stor mängd små projekt spridda både geografiskt och i tiden och härigenom föga ägnade att gagna ett rationellt byggande. Utgående från tanken att en primär förutsättning för ekonomi är rationalitet och att en primär förutsättning för rationalitet, i varje fall i samband med industriell produktion, är upprepning, formulerades målsättningen att det förbilligade skolbyggandet skulle uppnås genom ett mer enhetligt skolbyggande. Ett medel att uppnå detta skulle vara ett för hela landet gemensamt projekteringsunderlag. Eftersom enhetlighet borde kunna vinnas utan att detta medförde någon ofördelaktig inverkan på konkurrensen, ansågs det olämpligt att söka uppnå målsättningen med hjälp av rekommendationer eller krav knutna till någon viss teknisk lösning.

Underlaget skulle tjäna tre syften, alla inom ramen för den uppställda målsättningen. För det första skulle skolbyggandets uniforma karaktär och likformigheten i krav och kravnivåer stimulera utvecklingsbenägna producenters intresse antingen för att satsa på produktutveckling och marknadsföring av material och metoder speciellt utformade för skolor eller för att på skolbyggandet tillämpa sådana som utvecklats för andra ändamål - för bostäder, kontor och sjukhus. De firmor som eventuellt ville specialisera sig skulle garanteras tillräckligt många, likformiga objekt.

För det andra borde planeringsunderlaget kunna utgöra den standard i mått- och kvalitetshänseende som kommuner kunde enas om i syfte att nå en överenskommelse i skolbyggnadsfrågor. Programmering, projektering, upphandling och produktion skulle genom interkommunal samverkan kunna göras gemensamma för flera enheter, större distrikt och för längre tid. Härigenom skulle för producenterna skapas betydelsefulla förutsättningar för sänkta kostnader - upprepning, möjligheter till planering på lång sikt, fördelaktiga materialinköp och eventuellt vissa möjligheter till arbetsmarknadsmässig anpassning. Dessutom skulle samverkan i större enheter på sikt ge möjligheter till betydelsefull erfarenhetsinsamling och -återföring även inom byggherre-sektorn.

För det tredje önskade man genom projekteringsunderlagets ut-

---

1) I fortsättningen används stundom beteckningen "Bygglådan" för innehållet i rapport 50/69. Begreppet bygglåda kan allmängiltigt definieras som "en redovisning av systematiskt sammanställda, generella program-, projekterings- och produktionsförutsättningar".

formning göra det möjligt att använda alternativa upphandlingsmodeller anpassade efter nutida förutsättningar - modeller som i motsats till den traditionella upphandlingen på fullständiga handlingar inte nödvändiggör lösning till endast en lösning.

Uppdraget avsåg således utarbetandet av ett enhetligt projekteringsunderlag, som skulle ange sådana ramar för mått, material och funktioner att ett meningsfullt produktutvecklingsarbete kunde bedrivas inom dess gränser. Underlaget åsyftar följaktligen icke att åstadkomma en typskola, utan ramarna skall ge utrymmen för skolor av olika storlek, planlösning, teknisk utformning och topografisk anpassning. Från Skolöverstyrelsens sida klargjordes, att arbetet i berörda hänseenden skulle utgå från gällande läroplan för grundskolan, Lgr 62, från de i Skolöverstyrelsens skriftserie nr 20 publicerade lokalprogramnormerna och från de traditionella pedagogiska metoder och värderingar som utgör underlaget för dessa.

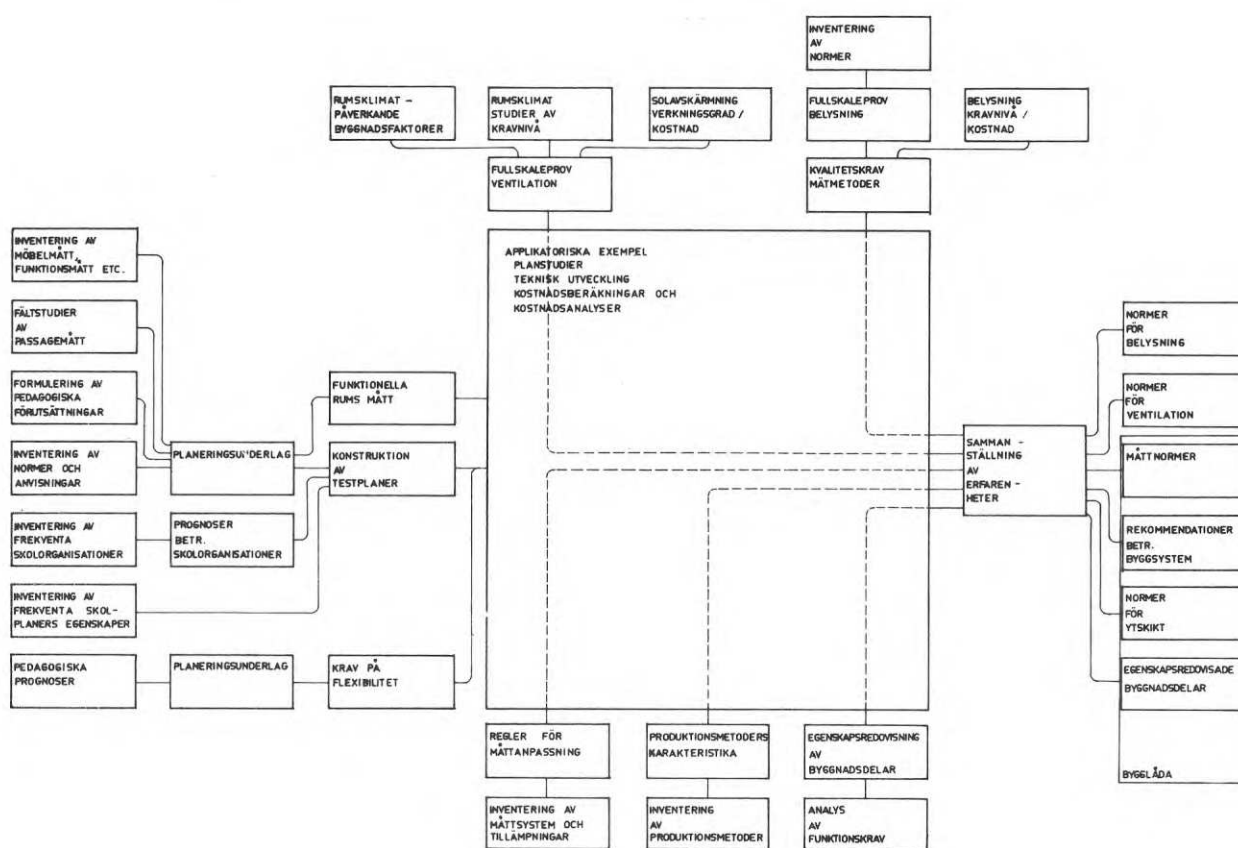


Fig 1 Schematisk framställning av skolprojekteringsgruppens arbetsprogram.

Projekteringsunderlaget spaltades på tre nivåer:

en allmänt orienterande, som redovisar underlag och förutsättningar för samt resultat av genomförda studier, inventeringar och beräkningar. Under till exempel dimensionering redovisades rumsdimensionerande faktorer som möbel- och funktionsmått, under klimat och belysning en diskussion av relevanta kvalitetskriterier,

en normerande, innehållande framför allt lämpliga kravnivåer i de olika avseendena, och

en illustrerande, med exempel på normernas tillämpning under några då frekventa förutsättningar beträffande till exempel rumsfunktioner, produktionsmetoder eller belysningsteknik.

Kunskap om innehållet i den allmänt orienterande delen sades utgöra en förutsättning för projekteringsunderlagets användning. Normerna borde betraktas som bindande. De illustrerade exemplen kunde tillämpas i den mån förutsättningarna vid det aktuella tillfället överensstämde med exemplens, samt om fördelar från produktions- eller projekteringsynpunkt stod att vinna genom användningen.

Samtliga nivåer fanns inte representerade för alla avsnitt. Akustiskt normavsnitt saknades exempelvis och avsnitten om installationer, klimat och akustik innehöll ingen redovisning på illustrationsnivå. Om projekteringsunderlaget användes systematiskt i samband med erfarenhetsinsamling vore det möjligt att dessa luckor kunde täckas vid en framtida revision.

I rapportens häfte 1 redovisades kortfattat för de olika avsnitten i projekteringsunderlaget.

|  | <b>Förutsättningar</b>  | <b>Normer</b>  | <b>Illustrationer</b>   |
|--|---|--|---|
| <i>Dimensionering</i>                  | 11. Pedagogisk bakgrund<br>12. Funktionsmått<br>13. Modulsamordning, måttsamordning<br>14. Nomenklatur och definitioner | 21. Modulsamordning och preferensmått<br>22. Av ansvarig myndighet fastställt lokalprogram | 31. Typrum<br>32. Blockplaner<br>33. Testplaner   |
| <i>Produktionsmetoder och material</i> | 11. Skolbyggandets allmänna struktur<br>12. Skolbyggandets tekniska struktur<br>13. Ekonomi och upphandling             | 21. Modulsamordning och preferensmått. Redovisas under <i>Dimensionering</i>               | 31. Måttsamordningsreglernas tillämpning vid alternativa produktionsmetoder   |
| <i>Installationer</i>                  | 11. Värme och ventilation<br>12. Sanitet<br>13. Elinstallationer  | 21. Modulsamordning och preferensmått. Redovisas under <i>Dimensionering</i>               |   |
| <i>Klimat</i>                          | 11. Relevanta kvalitetskriterier<br>12. Klimatpåverkande faktorer   | 21. Kravnivåer för rumsklimat<br>22. Normerad beräkningsmodell för rumsklimat              |   |
| <i>Belysning</i>                       | 11. Relevanta kvalitetskriterier<br>12. Dagsljus<br>13. Belysningskostnader<br>14. Normering                            | 21. Allmänbelysning<br>22. Tillsatsbelysning<br>23. Speciella lokaler                      | 31. Mall för redovisning av belysningsarmatur<br>32. Kontroll av uppgivna och beräknade värden<br>33. Redovisningsexempel |
| <i>Akustik</i>                         | 11. Ljudisolering<br>12. Rumsakustisk reglering<br>13. Normerande myndighetskrav  |  |   |

Tabell 1 Schematisk översikt över projekteringsunderlaget

## 12. Förändrade förutsättningar för skolplanering

### 12.1 Förändrade pedagogiska förutsättningar

Till grund för projekteringsunderlaget, rapport 50/69, låg pedagogiska krav som kunde tillfredsställas i skolbyggnader med konventionell planform, huvudsakligen korridorskolor med lokaler av vedertagen storlek och utformning, dvs slutna klassrum-ämnescorur om ca 60 m<sup>2</sup> med väggfönster.

Under den tid som arbetet med Bygglådan pågick, utarbetades en ny läroplan för grundskolan, Lgr 69, som i utdrag finns redovisad i projekteringsunderlagets häfte nr 2, "Pedagogisk bakgrund". På grund av arbetets karaktär baserade sig dock det slutliga resultatet i större utsträckning på Lgr 62 än på Lgr 69.

En livlig försöksverksamhet har sedan 60-talets början förekommit inom pedagogiska utvecklingsblock på flera håll i landet, t ex i Malmö, Kalmar, Karlstad, Linköping och Skellefteå. Dessa pedagogiskt-organisatoriska försök har berört bl a undervisning i grupper av varierande storlek och i lärarlag, s k VGL-försök.

Det kan anses motiverat att i detta sammanhang upprepa citerade avsnitt ur Lgr 69, del 1, "Mål och riktlinjer", sid 12:

Skolan har till uppgift att hjälpa och stimulera varje elev att på bästa sätt ta till vara och utveckla sina inneboende förutsättningar både som enskild individ och som medborgare i ett demokratiskt samhälle. Detta innebär, att skolans personlighetsutvecklande roll starkt betonas. I det praktiska skolarbetet utgör emellertid denna uppgift och meddelandet av kunskaper beståndsdelar i en och samma helhet. Till personlighetsutvecklingen medverkar sålunda inte blott själva undervisningen och dess innehåll utan alla de skiftande möjligheter till påverkan på individen, som arbetet och miljön i skolan erbjuder och som skolan bör utnyttja.

Skolan skall ge alla elever en grundläggande utbildning, som innefattar sådana färdigheter och kunskaper, vanor, attityder och värderingar som är av betydelse för deras personliga utveckling och för deras möjlighet att påverka och leva i dagens och morgondagens samhälle och att där fungera som yrkesutövare och samhällsmedborgare. Kraven på goda grundläggande kunskaper å ena sidan och på allmän förmåga att använda kunskapskällor, tillämpa sitt vetande och uppfatta sammanhang mellan fakta å andra sidan har nära samband och måste samtidigt upprätthållas.

Läroplanen beskriver även undervisningsformer och arbetssätt, sid 55-57:

Verksamheten i skolan växlar avsevärt alltefter de betingelser som föreligger i fråga om elevernas ålder och förut-



sättningar, lärarnas intresse och fallenhet, ämnets karaktär, elevgruppens storlek och struktur, lärorummets storlek och utrustning, läromedel, tillgänglig tid, schemats uppläggning etc. Utgår man från lärarfunktionen och verksamhetens yttre form, kan man skilja på kollektiv undervisning och enskild undervisning. Kollektiv undervisning kan organiseras i klass och i större och mindre grupper än en klass. Utgår man från elevernas verksamhet, kan man skilja på gemensamt arbete eller grupparbete och enskilt eller individuellt arbete.

På alla stadier i grundskolan sker undervisning inom klassens ram. En klass är en i administrativ ordning organiserad grupp av elever. Också undervisning i halv klass, i mindre grupper och enskilt liksom i större grupper än en klass - storgrupp - förekommer på alla stadier. Variationerna i elevgrupperingarna kan ge arbetsenheter, där aktiviteter som självständiga studier, diskussioner samt estetisk och fysisk verksamhet bedrivs. En inledande information och instruktion i en större elevgrupp kan efterföljas av arbete i hela klasser, arbete i mindre grupper och enskilt arbete. Verksamheten kan ledas av lärare men lärarfunktionen kan också fördelas och samordnas inom ett lärarlag, i vilket kan ingå även annan personal, t ex experter, assistenter och biträden.

En indelning i skilda undervisningsformer och arbetssätt är givetvis schematisk och av mera teoretiskt intresse. I praktiken blir det i regel fråga om verksamhetsformer av blandad karaktär. Ett moment i en viss undervisningsform kan efterföljas av eller förenas med elevverksamhet av olika slag.

-----  
Någon undervisningsform eller något arbetssätt, som kan betecknas som fördelaktigast för alla lärare, elever, ämnen och skolstadier, finns inte. Den form eller det sätt bör begagnas, som passar med hänsyn till lärostoffet och till den färdighetsträning och de inlärningsresultat man söker uppnå. En planmässig kombination ger de allsidigaste och bästa resultaten. Skolan skall bjuda på varierande situationer, som ger rytm åt arbetet och övning i olika verksamheter. Väsentligt är att läraren eller lärarlaget med ledning av egna erfarenheter söker sig fram till personligt utformade förfaringssätt. Att den enskilde läraren finner vissa lösningar lämpliga bör emellertid inte hindra honom att ompröva egna metodiska grepp och att objektivt värdera andra. Generella lösningar ges sällan i metodfrågor. Samspelet mellan läraren och eleverna, mellan lärarna i lärarlaget och mellan eleverna inbördes blir alltid avgörande i de enskilda fallen.

Även om undervisningsformerna och arbetssätten måste bli skiftande, gäller dock under alla omständigheter, att undervisningsprinciperna motivation, aktivitet, konkretion, individualisering och samarbete i det praktiska skolarbetet skall tillämpas i ett organiskt sammanhang.

Lärostoffets gruppering i lämpliga enheter är en förutsättning för en god inlärningssituation (Lgr 69, del 1, sid 43-44 och sid 171).

Vid en utpräglad ämbesundervisning är lärostoffet ordnat i ämnen, som vart för sig karakteriseras av sin egen systematik

och av ett inre sammanhang, som ofta får bli bestämmande för läroängsen. Klart avgränsade kunskapsfält och yttre betingelser för att efterföljande ämnesmoment sammanhängar med och bygger på föregående ger reda och stadga åt arbetet. Samtidigt minskas möjligheterna att låta eleverna tillägna sig tillräckligt mångsidiga föreställningar, begrepp och erfarenheter. Många elever har svårt att fatta isolerade och mera abstrakta ämnessammanhang. Det blir därför nödvändigt att välja ut och lägga huvudvikten vid för eleverna naturliga och lämpliga enheter inom ämnet och på så sätt reducera en del av nackdelarna med ämnesundervisningen. I samband med studiet av dessa valda ämnesområden går det också lättare att ge eleverna tillfälle till en motiverad färdighetsutövning, i synnerhet i svenska.

En konsekvent tillämpad ämnesundervisning leder till att ett flertal ämnen måste studeras vid sidan av varandra. Därvid uppkommer lätt en ogynnsam splittring i skolarbetet. Denna bör motverkas bl a genom periodläsning. En fördelaktigare inlärningsituation kan åstadkommas också på det sättet, att ämnesområden som stöder eller ansluter till varandra placeras parallellt eller i bestämd tidsföljd efter varandra i läroängsen.

-----  
Vid samlad undervisning går man inte ut ifrån ett ämnesindelad stoff utan bygger upp undervisningen kring valda stoffenheter i den form eleverna möter dem ute i livet. Vid studiet av sådana samlade områden sker orienteringen helt eller delvis utifrån ett eller flera centrala motiv, och man inhämtar kunskaper, övar färdigheter och utövar skapande verksamhet inom ifrågakarande områdes ram. Exempel på lämpliga samlade områden finns i läroplanssupplement för undervisningen på samtliga stadier.

-----  
Lärostoffet i orienteringsämnen bör i huvudsak ordnas och presenteras i avgränsade stoffenheter, benämnda intresseområden eller arbetsområden, som eleverna kan överblicka och till väsentlig del bearbeta på egen hand. Man bör eftersträva att utforma dessa områden för ett fördjupat studium i närmaste anslutning till elevernas erfarenheter, intressen och problem. Hänsynen till de enskilda ämnens systematik får härvid trada i bakgrunden. Ett sammanförande av lärostoff, som traditionellt ingår i skilda orienteringsämnen, måste ofta ske för att det skall bli möjligt att allsidigt behandla vissa företeelser och frågor. -----

Med hänsyn till sitt sakinnehåll och för att underlätta planeringen av undervisningen i orienteringsämnen kan dessa stoffenheter grupperas i dels ämnesbundna områden, dels samlade områden. I de förra ingår lärostoff från ett enda orienteringsämne på ifrågakarande stadium; i de senare ingår lärostoff från två eller flera orienteringsämnen på stadiet.

Skolarbetets art motiverar stundom en indelning i arbetspass av varierande längd, sid 107:

Strävan vid schemalaggnngen måste vara att åstadkomma längre sammanhängande arbetspass. Erforderlig hänsyn skall givetvis tas till vederbörande ämnes karaktär och till de arbetssätt och läromedel som används.

## 12.2 Ändrade planformer, planorganisationer och rumsformat

SÖ har i avsaknad av tillfredsställande underlag för utformning av generella normer, med hjälp av dispenser från gällande regler, som utformats med avseende på konventionella klassrumsbyggnader, medverkat till en på kommunala initiativ baserad utveckling på skolbyggnadsområdet.

Med läroplanen som utgångspunkt har man i flera kommuner bedrivit pedagogiskt analysarbete, varvid bl a pedagoger, skolledare och arkitekter samarbetat och uppgjort funktionsprogram och planlösningar. Man har sålunda på basis av olika pedagogiska försök och modeller skapat ett antal skolbyggnader med varierande grad av öppenhet i planen. Fördelningen av totalytan på öppna och slutna lokaler varierar alltså från en skola till en annan, bl a beroende på hur man bedömt behovet av ett eget klassrum för varje klass. Skolbyggnaderna har nya lokalstorlekar och ny lokalutformning, medan totalytan överensstämmer med den konventionella skolans. Totalytan utgör enligt SÖ ramen, dvs måttet på tillgängliga resurser.

Idéerna till sådana skolplanformer fick första gången praktisk tillämpning i Sverige inom det s k SAMSKAP-projektet, vars först byggda skolor, tre låg- och mellanstadieskolor, togs i bruk under år 1969.

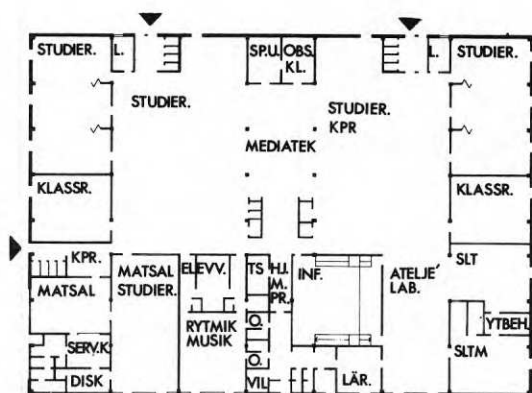


Fig 2 Hjärups skola, 2p IM, Staffanstorp skala 1:800  
SAMSKAP-projekt, arkitekt Bror Thornberg

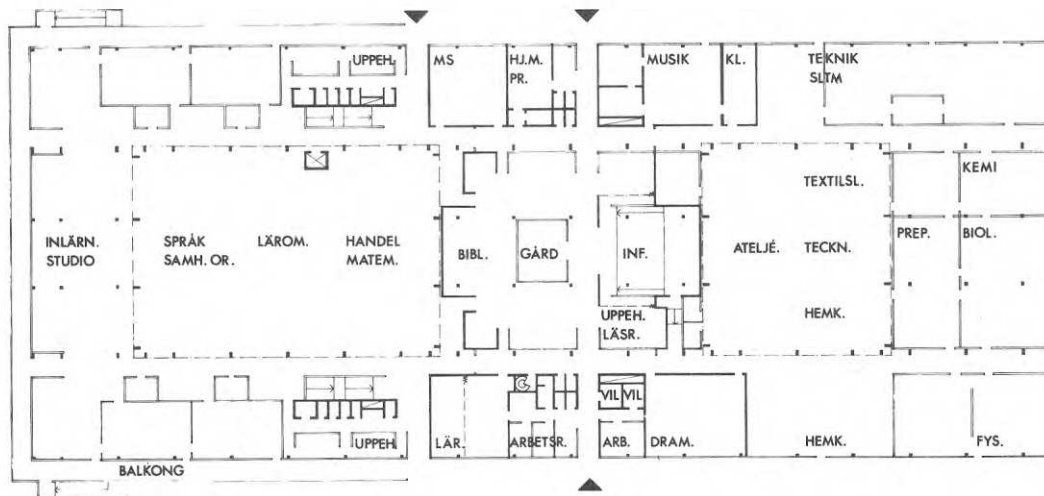
Inom Byggforskningsinstitutet genomfördes omkring årsskiftet 1969-70 en inventering av det begränsade antal skolor med öppen planlösning som därtills projekterats.

Det inventerade materialet består av låg-, mellan- och högstadieskolor av olika skolorganisation.

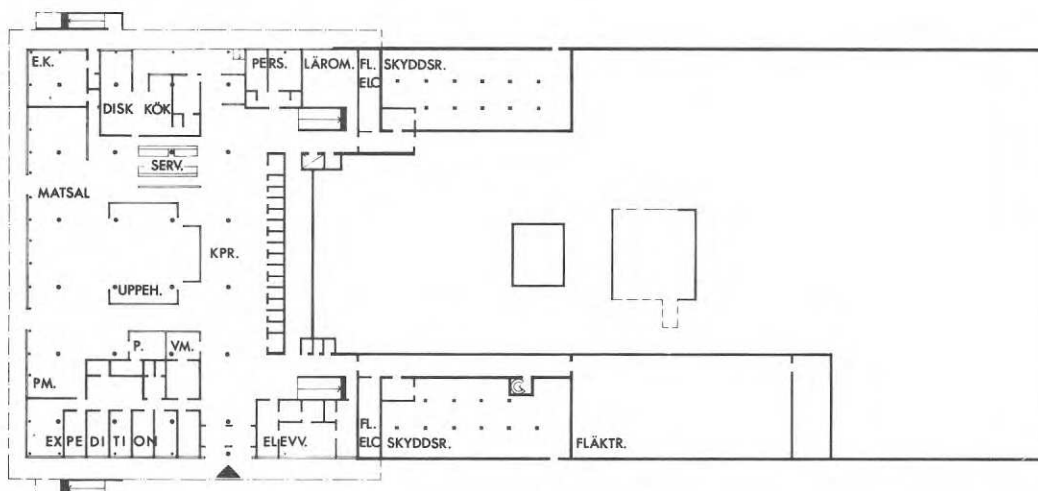
Nedan redovisas några karakteristiska drag för dessa s k öppenplanskolor.

Byggnaderna är i huvudsak uppförda i ett plan, med djup koncentrerad planform och öppna samband (t ex genom uppglasning) mellan lokalerna.

Skolorna förses genomgående med ett centralt arbetsutrymme, ibland kallat studiehall,<sup>1)</sup> där läromedel av olika slag (böcker, AV-apparater, bilder, ljudband etc) finns lätt tillgängliga för lärare och elever, som arbetar i hallen eller i andra arbetsutrymmen i skolan. Studiehallen är avsedd för aktivt elevarbete, enskilt arbete eller arbete i grupper och inreds med lätt flyttbara möbler, hyllor o d.



övre plan



souterrängplan

Fig 3 Högstadieskola, 6p H Värnamo skala 1:800  
arkitekter Uddén och Wählström

1) Vid översynen av "Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan" har utredningens tyngdpunkt naturligen förlagts till studier av de speciella problem ur dimensionerings-, akustisk, belysnings- och klimatsynpunkt som uppstår i samband med stora sammanhängande undervisningslokaler av hallkaraktär. Dessa utrymmen betecknas i det följande studiehallar.

Vissa IM-skolor har utformats så, att varje klass ej erhåller ett eget klassrum.

Ett flertal skolor har en informationssal, väl ljudisolerad och försedd med AV-hjälpmiddel, för information av större grupper.

Lokaler med speciella krav på ljudisolering och specialutrustning har grupperats i separata utrymmen avskilda eller i direkt kontakt med studiehallen, t ex lokaler för språk, naturorienterande ämnen, musik, textilslöjd, trä- och metallslöjd, hemkunskap, rytmik, gymnastik och konst-klangstudio. Lokaler för samarbetande ämnen ligger samlade t ex till block. I vissa planer har studiehallen samordnats med en ateljélokal, dvs en samlad lokal för vissa estetisk-praktiska ämnen.

Korridorutor har samordnats med undervisningsutor och ingår i bruttoytan för studiehallar, i vissa skolanläggningar även för ateljélokaler.

De flesta rum har försetts med heltäckande mattor, som skall förbättra de akustiska förhållandena genom att reducera uppkomsten av steg- och skrapljud och genom att fungera som ljudabsorbent.

En ambition har varit att åstadkomma trivsamma uppehållsrum för kortare och längre raster, fördelade i byggnaden och ibland utformade som en cafeteria i anslutning till matsalen.

Ett flertal av de inventerade skolorna har utformats med hänsyn till samutnyttjande och samordning av lokaler för skolan med sådana för fritidsverksamhet och övrig kommunal service.

Vissa uppföljande studier av SAMSKAP-skolorna i användning har utförts. Våren 1970 genomfördes sålunda på Värner Rydénsskolan, låg- och mellanstadium en tvärvetenskaplig exploration av en "öppen samskapsskola" (Pedagogisk-psykologiska problem. Nr 126, 1970, af Klercker m fl). Våren 1971 genomfördes på ett flertal samskapsskolor observationer, enkäter och intervjuer inom det s k LISS<sup>1</sup>-projektet. (Gran, B, red.: De öppna skolorna i malmöregionen. Problembelysning och tvärvetenskaplig metodutveckling. Lärarhögskolan, Malmö 1972.)

### 12.3 Utvecklingstendenser och mål

Ur läroplanen Lgr 69 del 1, sid 26-27 och sid 67 citeras:

"Samverkan ... måste utvecklas till en umgängesform och arbetsmetod, som präglar verksamheten i skolan och relationerna både mellan enskilda individer och mellan grupper.

---

Nödvändig för samverkan är en nära kontakt mellan enskilda och grupper i skolan.

---

Samverkan ... bör gälla över åldersgränser, sysselsättningar

1) Läroplanstillämpning i SAMSKAP-skolor.

eller uppgifter i skolan, dvs i skolans totala dagliga verksamhet.

---

För att ge tillfälle till ökat samarbete och medverka till ökad samhörighet mellan eleverna i en klass eller i olika klasser i en skolenhet bör ordnas gemensamma arbeten och gemensamma samlingar."

Skolans verksamhetsformer blir mer varierande, nya former för samverkan utvecklas i enlighet med läroplanens riktlinjer.

Skolbyggnaden bör medverka till att stimulera dels samarbete med andra, elever såväl som lärare, dels självständigt arbete. Den enskildes behov av kontakt med andra människor och av aktivitet i både tillrättalagda och omedelbara situationer bör kunna tillfredsställas. Byggnaden är en heldagsarbetsplats för barn och vuxna, och ett samspel bör råda mellan alla, som befinner sig inom den. Planutformning och omgivningar bör medverka till ett meningsfullt utnyttjande av kortare och längre raster.

Undervisningsmetoder och arbetssätt, som utvecklas i en livlig försöksverksamhet, organisatoriska förändringar och erfarenheter från konkreta skolprojekt måste successivt komma att ställa nya krav på lokalutformning och lokalsamband. Undervisningsteknologins utveckling, t ex undervisning som är dataförmedlad, och förändringar av läromedlens organisation kommer att påverka skolbyggnadens planläggning.

Elevernas studieinriktning kan påverkas av i förväg svårbedömbara förändringar på arbetsmarknaden. Även den geografiska fördelningen av elevantalet kan vara svår att förutse. Prognoser och bedömningar styr lokalutformning och beräkningar av lokalbehov, men i ett längre tidsperspektiv kan förändringar komma, som ställer mer eller mindre oförutsedda krav på byggnaden.

Gränserna mellan olika undervisningsinstitutioner kommer att behöva förskjutas, alternativa lokalstorlekar och lokalgrupperingar kommer att erfordras. I vissa fall kan en befintlig skolbyggnad bli överflödigt för skolbruk och skall då kunna anpassas till en annan verksamhet.

Skolans verksamhetsområde utvidgas, så att utöver nuvarande undervisningsform även konkreta samsarbetsformer mellan stadierna omfattas. För närvarande utreds en förlängd obligatorisk skolgång "nedåt", dvs med skolstart vid lägre ålder än idag. Samverkan mellan förskola och lågstadium prövas: dels i lokalmässig och organisatorisk samordning, dels försök med integration av förskolebarn och lågstadiebarn i samma grupp. Beträffande vuxenutbildning föreligger en hög politisk prioritering. En mer omfattande integration i den vanliga skolverksamheten av fysiskt och psykiskt handikappade är en viktig jämlikhetsfråga.

Krav på skolbyggnadens föränderbarhet kommer att ställas vid alltmer omfattande samplanering och sambruk av skollokaler och lokaler för annan allmännyttig verksamhet, t ex för fritidsverksamheter, studier, sammankomster och för hälsovård, barn-tillsyn etc. Olika integrerade verksamheter kan i senare skeden

behöva ta en större eller mindre del av byggnaden i anspråk.

Olika grupper inom samhället eftersträvar en större beslutsspridning och ett större medinflytande. Allteftersom utbildningen växer i omfång och betydelse kommer med stor sannolikhet organisationer av elever, lärare, föräldrar, arbetstagare och arbetsgivare att mer medvetet än hittills bevaka sina intressen.

Mot bakgrund av sådana i planeringsskedet svårbedömbara faktorer, som kan påverka skolbyggnadsfrågorna, framstår vikten av hög anpassbarhet i skolor som projekteras. Härvid bör såväl generalitet som föränderbarhet eftersträvas.

13. Redovisning av Provisoriska alternativa normer för beräkning av lokalbehov, fastställda av Skolöverstyrelsen den 12.2.1970

I enlighet med de ideologier och tankegångar som redovisats i föregående avsnitt har SÖ utarbetat "Provisoriska, alternativa normer för beräkning av lokalbehov för grundskolan med kommentarer", fastställda av SÖ 12.2.1970. (Skolöverstyrelsens skriftserie nr 20 "Skolbyggnader", Utbildningsförlaget, Fack, 104 22 Stockholm 22). Dessa kan ses som SÖ:s samlade erfarenheter från pedagogisk försöksverksamhet och från analysarbetet av lokalbehov och lokalorganisationer. Som framgår av benämningen är normerna alternativa. Tidigare normer från 1968 gäller parallellt med dessa.

Normerna omfattar lokalprogram för grundskolan, med kommentarer. I kommentarerna redovisas elevgruppering, lokalanvändning, kommunikationsschema, planschema för låg- och mellanstadiet respektive högstadiet, exempel på alternativa program för en dubbel Aa-skola med en specialklass för IM-stadiet och timfördelningen på H-stadiet.

Normerna anger huvudregler för beräkningen av det totala lokalbehovet för olika skolstorlekar.

Nedan sammanfattas i form av utdrag kommentarerna i de alternativa normerna.

Vid bedömning av lokalbehovet måste man bl a utgå från vissa förmodade elevgrupperingar.

"Utgångspunkt för skolans gruppering av eleverna är klassen, dvs en grupp med maximalt 25 eller 30 elever. Viss typ av information, en introduktion till ett arbetsområde eller en sammanfattning, kan emellertid ibland med fördel ske i en större elevgrupp (storklass), medan experimentellt arbete och intervjuer kan fordra delklassgrupperingar. Då man önskar genomföra gruppsamtal mellan elever är grupperingar om 10-15 elever önskvärda, och då man vill att eleverna skall genomföra vissa arbeten i grupp, bör man sträva efter grupperingar på exempelvis 3-5 elever. Elevgrupperingen måste således vara flexibel och kunna varieras alltefter det växlande behovet i skolarbetet ..." (Lgr 69:II Pl.s. 10.)

"Elevarbetet. individuellt eller i grupp, gör det ofta nöd-

vändigt att gruppera eleverna på högstadiet i arbetsenheter om två eller flera klasser. Vid en skolenhet omfattande sex paralleller utgör tre klasser en lämplig sådan enhet".  
(Lgr 69:II Pl.s. 7.)

Verksamheten i skolan är så rikt fasetterad att man inte kan på förhand bestämma när och i vilken omfattning olika verksamhetsformer skall förekomma och olika läromedel utnyttjas. Lokalerna måste därför planeras så, att man kan växla smidigt mellan olika verksamhetsformer och mellan olika läromedel. Eftersom lokalerna skall vara mångsidigt användbara, bör de disponeras enligt en generell struktur.

I normen introduceras begreppen "basutrymme" och "komplementutrymme". Vissa typer av de utrymmen, som i normen betecknas komplementutrymmen, kan benämnas studiehallar. Jfr not 1) sid 14.

För att eleverna på låg- och mellanstadiet skall få en lokal-mässig förankring i skolbyggnaden, tilldelas varje klass ett basutrymme. Basutrymmet skall kunna utnyttjas när hela klassen samlas för arbete eller för samtal om gemensamma angelägenheter.

På högstadiet betecknar basutrymmet det utrymme som utgör den fasta lokalstommen för den långsiktiga arbetsplaneringen. Basutrymmet beräknas schemaläggas ca 30 lärartimmar per vecka. I ett basutrymme kan en klass samlas för information, arbetsplanering, redovisning samt arbete individuellt eller i grupper av varierande storlek.

I och med att elevgrupperingarna och arbetssättet varierar, uppstår tidvis behov av arbetsplatser utöver basutrymmets. Sådana arbetsplatser kan anordnas i komplementutrymme. Komplementutrymmet är en lokalyta som disponeras av samtliga klasser i samråd mellan berörda lärare, och som utnyttjas för enskilda studier eller arbete i grupper av varierande storlek.

### Låg- och mellanstadiet

Basutrymmen och komplementutrymmen används i första hand för svenska, matematik, engelska, musik och teckning samt orienteringsämnen. Varje klass bör ha ett basutrymme på 50-67 m<sup>2</sup>. Basutrymmesyta som ej används till basutrymmen användes för att utöka komplementutrymmen. Fördelningen mellan basutrymmen och komplementutrymmen av den sammanlagda nettogolvytan för dessa utrymmen är beroende av den pedagogiska planeringen av verksamheten i skolan. Allmängiltiga regler för fördelning kan f n inte uppställas. Särskilda utrymmen utrustas för slöjd, gymnastik och specialundervisning. Slöjdsalarna bör ha kontakt med bas- och komplementutrymmena.

### Högstadiet

På högstadiet används basutrymmen och komplementutrymmen i första hand för språk, matematik, religionskunskap, samhällsorienterande ämnen och maskinskrivning. Basutrymmets storlek anges till 60 m<sup>2</sup> per basutrymme. Bas- och komplementutrymmen för naturorienterande ämnen bör sammanhållas och de estetiskt-praktiska ämnena förläggas i separata lokaler som bör hållas väl



samlade för att möjliggöra framtida omdisponering av lokalerna.

Allmänt gäller att lokaler för språk, matematik, religionskunskap, samhällsorienterande ämnen och maskinskrivning bör hållas väl samlade kring komplementutrymmena och läromedelsförvaringen. Anordningar bör finnas så att man snabbt kan tillfälligt ställa i ordning en lokal, där man kan ge information till ca 100 personer. Användning av matsalen för sådan information bör underlättas. Det kan också vara praktiskt att förse några basutrymmen med vikkvägg för att vid behov kunna åstadkomma ökat antal rum för gruppsamtal. F n finns inte tillräckliga skäl för större basutrymmen än att de rymmer arbetsplatser för en klass, men byggnadssättet bör vara sådant att vid behov basutrymmen för mer än en klass kan åstadkommas till rimliga kostnader.

Antalet basutrymmen för naturorienterande ämnen bör bestämmas så att ett basutrymme erhålls per 30 lärartimmar i ämnesgrupper. Komplementutrymmet för NO kan vara gemensamt för alla i NO-gruppen ingående ämnen, men läromedelsförvaring och lärararbetsplatser bör i viss utsträckning tilldelas ämnesvis. För att underlätta schemaläggning, om skolan överbeläggs, kan komplementutrymme även utrustas och inredas som basutrymmena. Läromedel bör förvaras dels öppet huvudsakligen i basutrymmet, dels slutet i rum för läromedelsförvaring. Lärararbetsplatser ordnas lämpligen i rum för läromedelsförvaring.

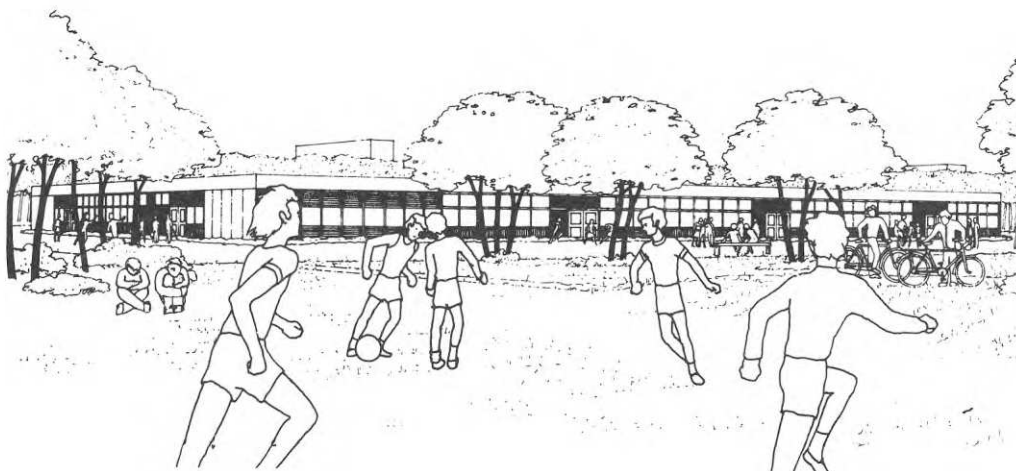
Betr lokaler för estetiskt-praktiska ämnen anges att musik och teckning behöver basutrymmen för 30 elever. Dessa utrymmen jämte erforderliga komplementutrymmen bör hållas väl samlade. Lokalerna bör avgränsas från varandra och från omgivningen så att de höga ljuden från verksamheten i dessa lokaler inte stör. Gemensamt arbete i grupp och individuellt arbete i musik ställer ofta krav på separata rum för verksamheten.

Hemkunskap och slöjdarterna ställer speciella krav på lokalerna till följd av det stora behovet av särskild inredning och utrustning i dessa lokaler.

#### 14. Utredningens metod

Vid översynen har samma grundläggande arbetsmetodik använts som vid arbetet med underlaget för rapport 50/69, ett förfarande som i detta sammanhang betecknades applikatoriska exempel. Som underlag för studierna har sålunda konstruerats ett antal testplaner, baserade på de provisoriska alternativa lokalprogrammerna och Bygglådans måttssystematik. På dessa testplaner, vars program och utformning kunnat anses representativa för de nya tendenserna på skolbyggnadsområdet, har Bygglådans regler för rumsdimensionering, modulanpassning, val av preferensmått, installationszoners förläggning, klimat- och belysningsnormering och akustisk planering applicerats.

Konflikter mellan testplanerna och Bygglådans planeringsregler har registrerats och analyserats. I första hand prövades om de nya kraven kunde tillfredsställas inom Bygglådans ram. Fanns ej denna möjlighet, har projekteringsunderlaget korrigerats eller kompletterats.



## 2 DIMENSIONERING

### 21. Valt underlag för applikationsstudien

#### 21.1 Val av lokalprogram

Som i det föregående redovisats har de "Provisoriska alternativa normerna för beräkning av lokalbehov för grundskolan, med kommentarer" utgjort underlag för konstruktion av lokalprogram och testplaner.

De valda programmen innehåller inga lokaler utöver de i lokalprogramnormerna angivna, således inga utrymmen för annan kommunal service, som fritidslokaler, barnstuga, bibliotek, idrottslokaler eller hälsovårdslokaler. Vissa utredningar har gjorts beträffande sådana lokaler, i t ex 1968 års barnstugeutredning (1971) och programunderlag för ungdomslokaler (Byggnadsstyrelsens rapport R45:1971). Någon systematisk analys av de byggnadstekniska konsekvenserna av dessa lokalers olika krav har emellertid ej gjorts. I den mån sådana lokaler ingår i programmet för en aktuell skola, väljes i första hand befintliga typrumsformat, i andra hand dimensioneras lokalerna efter preferensmått på rumsdjup eller spännvidd och i övrigt enligt modulsamordningsreglerna.

Programmen redovisas i bilaga under 92. med utnyttjande av det förslag till blankett för program för lokalprojektering, som återfinns i rapport 50/69, häfte nr 19. Programmen omfattar ej gymnastiklokaler.

De i exemplen införda uppgifterna skall ej betraktas som normerande, endast som illustration till blankettens användning och som redovisning av underlag för rapportens testplaner.

#### 21.11 Littereringssystem för rum

Principen för littereringen av rummen i programmet baserar sig på dels den organisatoriskt motiverade grupperingen av lokalerna i Skolöverstyrelsens lokalprogramnormer och den där använda numreringen, dels den funktionellt motiverade grupperingen i Byggnadsstyrelsens förslag till lokalnumrering. De två första siffrorna i litterabeteckningen emanerar således från SÖ:s lokalprogramnormer, de två senare sifferparen från Byggnadsstyrelsens förslag.

De i SÖ:s alternativa lokalprogramnormer ingående nya begreppen

"basutrymme" och "komplementutrymme" har föranlett kompletteringar inom den i rapport 50/69, häfte nr 4, pkt 22.11 redovisade litteraförteckningen. En reviderad förteckning redovisas i bilaga under 91.

## 21.2 Riktlinjer för testplanernas utformning

Den för studien valda, tidigare redovisade arbetsmetoden innebär att ett antal tillräckligt varierade testplaner baserade på de alternativa lokalprogrammormerna och Bygglådans måttssystematik inledningsvis konstrueras.

I det följande redovisas kortfattat dels mer allmängiltiga och dels av problemanalysen föranledda riktlinjer, som uppställdes inför planlösningens arbetet.



Fig 4 Samband basutrymme-studiehall, IM-stadiet.

### 21.21 Testplanerna skulle vara representativa för aktuella tendenser på skolbyggnadsområdet

Ändrade pedagogiska förutsättningar kan motivera planer med stort husdjup, koncentrerad planform, öppna rumssamband och vissa nya typer av lokaler, dvs mycket stora lokaler av halltyp och block av lokaler utan mellanliggande korridorer. Vissa lokaler kan i sådana planer placeras i byggnadens mittzon utan väggfönster i fasad. De kan därvid antingen förses med högt sittande fönster eller eventuellt vara fönsterlösa. Lokaler där personer stadigvarande vistas skall, enligt Skolöverstyrelsens anvisningar, förses med fönster.

I kommentarerna till de alternativa lokalprogrammormerna redovisas lämpliga grupperingar (block) av lokaler. Samtliga basutrymmen inom SO-blocket skall enligt kommentarerna helst ligga

i direkt kontakt med komplementutrymmet (eventuellt utformat som studiehall) - ett samband som underlättar samtidigt grupparbete i respektive lokaler under en lärares ledning och som har betydelse för läromedelsförsörjning till samtliga arbetsplatser. Sådana lokalsamband underlättar även en framtida ändring i relationerna mellan öppna och slutna ytor. Likartade lokalsambandskrav innebär att även lokaler för estetisk-praktiska ämnen liksom för NO-ämnen bör sammanhållas.

En tendens mot mer "funktionsanonyma" lokaler kan iakttagas. Denna har beaktats vid planlösningararbetet. Studieytorna skall således erbjuda skilda användningsområden och lokalerna skall vara sammellan utbytbara.

- 21.22 Testplanerna skulle utformas med hänsyn till höga krav på flexibilitet, föranlett av en kontinuerlig förändring av verksamheter och arbetssätt

Funktionellt-organisatorisk planering och val av konstruktioner och material skulle möjliggöra omDispositioner av lokaler, t ex genom enkel ombyggnad. Vid studierna eftersträvades således en icke låst planlösning, hela, samlade undervisningsytor och icke bärande väggar och planorganisatoriska strukturer med genomgående korridorsystem för utbyggnadsmöjligheter och för anslutningsmöjligheter till andra byggnadskroppar.

Bygglådan behandlade fyra konstruktionsalternativ. För de aktuella studierna valdes ett av dessa, nämligen alternativet med konsekvent pelar-balksystem och inga bärande väggar. Med detta alternativ kan det tekniska flexibilitetskravet tillgodoses; den fasta stommen medger kontinuerligt förändrat innehåll.

Större spännvidder, som kan öka möjligheterna att fritt disponera ytorna, skulle prövas särskilt med avseende på ekonomi för olika material.

Två typer av sektioner valdes för studierna, dels en typ med plant tak över hela byggnaden och med en mittzon utan fönster eller med lanterniner och dels en typ med i byggnadens hela längd eller i delar därav förhöjd mittzon och högt sittande fönster.

Gymnastik- och skolmåltidslokaler med högre rumshöjd antogs förlagda till separata block utbrutna ur huvudbyggnaden. Denna lokal-fördelning har valts uteslutande av undersökningstekniska skäl, och innebär således inget ställningstagande beträffande lämpligheten i denna fördelning ur andra synpunkter.

- 21.23 Testplanerna skulle i möjlig utsträckning följa Bygglådans systematik

Således skulle Bygglådans detaljanvisningar och principer, t ex beträffande måttsamband och preferenser, följas, om inte funktionella fördelar motiverade avsteg härifrån.

Tre olika husdjup valdes primärt.

$$\begin{aligned} 108 \text{ M} + 2 \times 84 \text{ M} + 108 \text{ M} &= 384 \text{ M} \\ 108 \text{ M} + 3 \times 84 \text{ M} + 108 \text{ M} &= 468 \text{ M} \\ 108 \text{ M} + 3 \times 72 \text{ M} + 108 \text{ M} &= 432 \text{ M} \end{aligned}$$

Vid planstudierna konstaterades, att lösningar i vilka mittzonen baserats på multiplar av 72 M medförde ett behov av större antal nya typrum utan att några bruksmässiga fördelar stod att vinna härmed, än lösningar som baserats på multiplar av det tidigare prefererade rumsdjupet 84 M. De fortsatta studierna inskränktes därför till de senare.

Bygglådans planstrukturer med genomgående korridorsystem skulle bibehållas liksom dess installationszoner, vilka emellertid måste kompletteras med hänsyn till större husdjup och högre ställda krav på klimatstyrande installationer i rum utan konventionell fasadkontakt.

Befintliga typrum och block av lokaler skulle utnyttjas i första hand. Nya typrumsillustrationer erfordrades på grund av de nya lokalprogramnormerna men, som det skulle visa sig, även på grund av nya plantekniska förutsättningar.

Ljudalstrande och ljudkänsliga verksamheter skulle fördelas inom byggnaden i enlighet med Bygglådans principer. Central-kapprum skulle ej ligga i direkt anslutning till elevarbetsplatser. Mindre kapprumsenheter, som förekommer t ex på IM-stadiet, skulle ej (vilket förekommit i vissa skolor) stå i öppet samband med studiehallen.

- 21.24 Testplanerna skulle utformas så att aktuella problemområden skulle kunna inringas

Planstudierna koncentrerades av denna orsak till mer eller mindre djupa huskroppar och till studiehallar med nära kvadratisk form och enligt lokalprogramnormerna maximalt tillåten yta.

- 21.3 Studerade planorganisationer. Val av testplaner

Den grundläggande principen har varit att studera vilka konsekvenser olika planorganisationer, i detta fall planer med Bygglådans måttsystematik, har för lokalers fördelning, samband och dimensioner. En serie planalternativ redovisas i fig 5 (sid 27, 28, 29 och 30). Samtliga planer har husdjup, som bygger på kombinationer av i Bygglådan prefererade rumsdjup, dvs 84 M och 24 M. Se rapport 50/69, häfte nr 3 (preferensmått) samt häfte nr 5 (typrum och block). Vissa studerade planorganisationer har planformer och lokalförhållanden som i tillfredsställande grad motsvarar de uppdragna riktlinjerna för testplanernas utformning och kunde väljas för vidare studier med applikatoriska exempel.

I fig 5 förekommer inledningsvis planalternativ med husdjup som bygger på rumsdjupsserier av en typ och storleksordning som återfinns i Bygglådan. Dessa exempel är baserade endast på låg- och mellanstadiets lokalprogram. Fortsättningsvis följer ett antal planer för såväl låg- och mellanstadiet som högstadiet, där husdjup bygger på dels nya kombinationer och dels allt längre serier av rumsdjup.

Komplementtytor<sup>1)</sup> har i föreliggande rapport konsekvent samlats till centralt inom block belägna rumsytor. Som framgår av för låg- och mellanstadiet redovisade planer innebär givna förutsättningar att den inbördes organisationen av bas- och komplementtytor inom en viss plan står i viss relation till ifrågavarande plans husdjup.<sup>2)</sup> Mindre husdjup har sålunda medfört komplementtytor, som i längdled antingen uppdelats och sidoordnats i förhållande till basytor, se 2p IM-plan med husdjup 192 M, eller utsträckts för att erhålla önskad kontakt med basytor, se 2p IM-plan med husdjup 252 M. Exempel på långsträckta komplementtytor redovisas även i alternativa normerna. Djupare planformer ger möjlighet till ett mer kvadratisk, centralt beläget komplementutrymme med omkringliggande basutrymmen i direkt anslutning.

Testplanerna, således de för fortsatta studier valda planerna, återfinns i den i fig 5 redovisade serien av planorganisationer. De är fem till antalet, tre för låg- och mellanstadiet och två för högstadiet, littererade IM 1, IM 2 och IM 3 resp H 1 och H 2, samtliga i ett plan men med två olika husdjup, 384 M och 468 M. På testplanerna har markerats i vilken utsträckning i Byggglådan redovisade typrum kunnat användas.

Som i det föregående påpekats har valet av testplaner gjorts efter vissa för utredningen lämpliga riktlinjer; någon inbördes värdering av olika planer ur t ex funktionell eller miljömässig synpunkt har således ej förekommit. Planerna är ej att betrakta som typplaner.

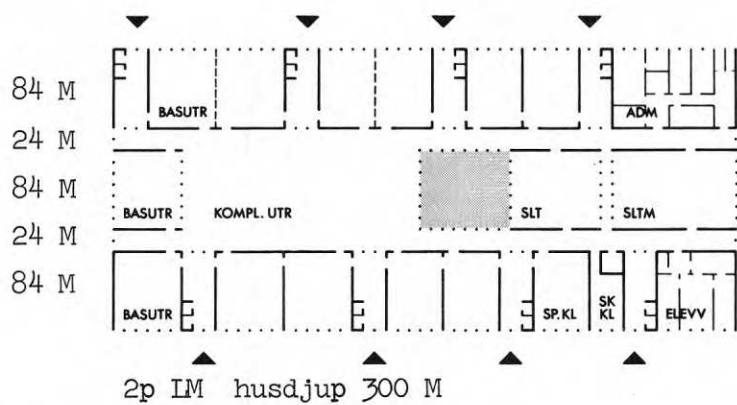
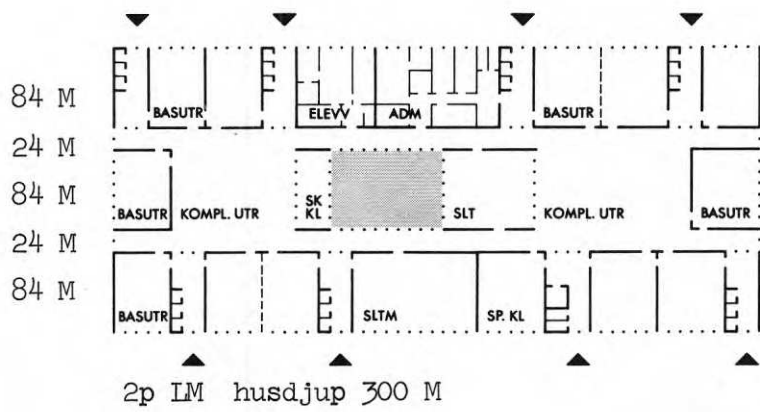
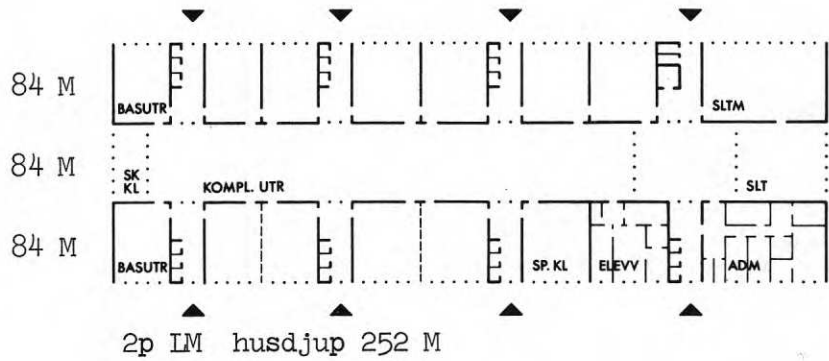
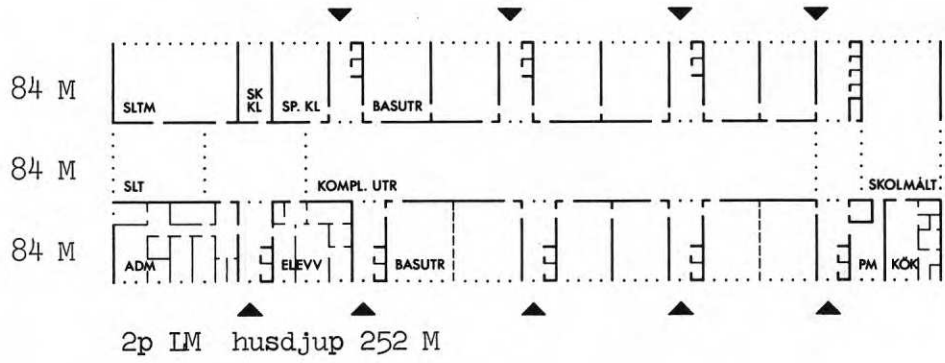
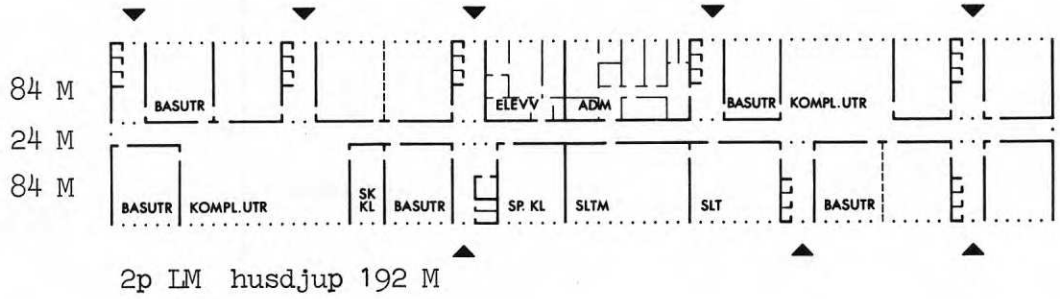
Testplanernas nettoytkvot har beräknats och redovisas i tabell 2.

Redovisade planer med annat husdjup än testplanernas, nämligen med husdjupen 192 M, 252 M, 300 M och 552 M, samt tvåplanslösning för högstadiet med husdjupet 354 M har utgjort underlag för en mindre omfattande konstruktionsstudie avseende kostnader och preferensmått. Se 3 KONSTRUKTIONER.

---

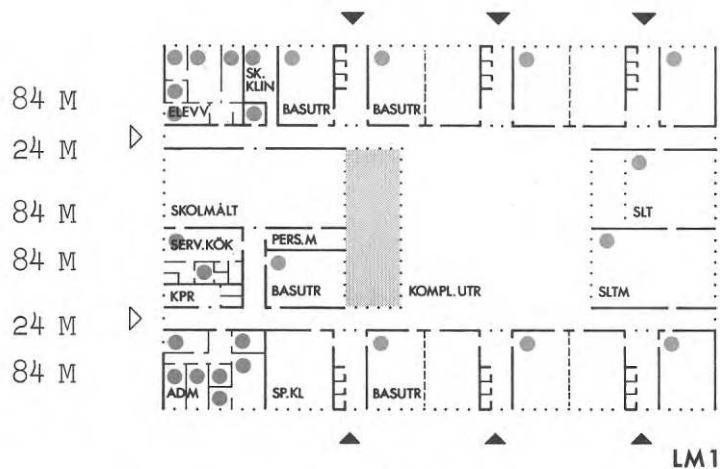
1) Se alternativa lokalprogramnormerna samt i bilaga 92. redovisat exempel på lokalprogram. Som framgår av denna bilaga har i planernas komplementyta på högstadiet inlagts utrymme för läromedel och för bibliotekarie.

2) I inventerat material (se 12.2) har annat pedagogiskt underlag ofta ställt krav på t ex färre basutrymmen, vilket ger andra plankonsekvenser.

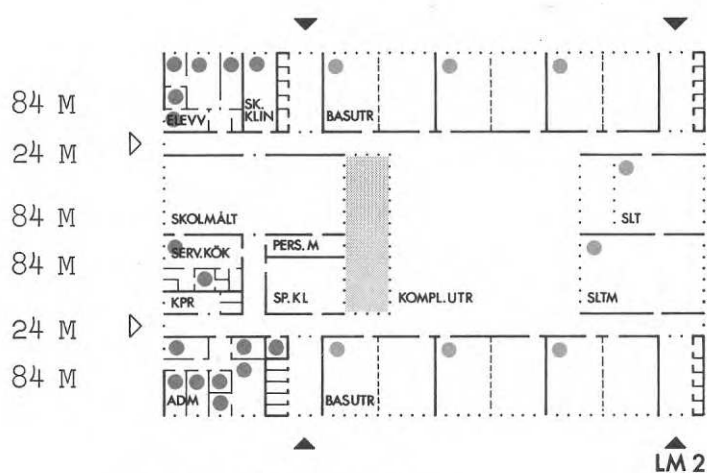


Skala 1:800

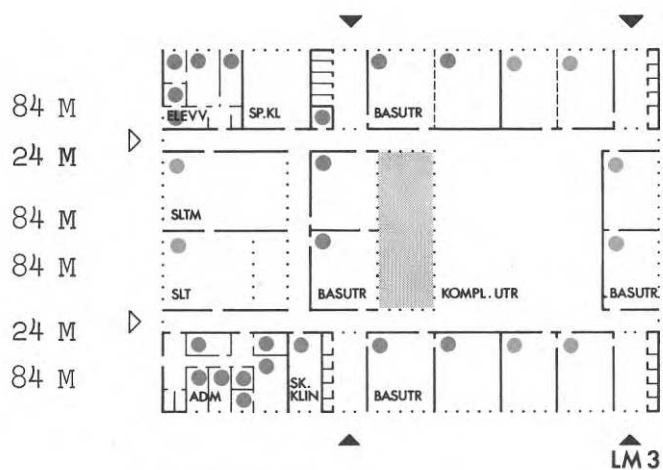
Fig 5 Studerade planorganisationer. (Sid 27, 28, 29 och 30)  
I den redovisade serien av planalternativ ingår testplanerna, littererade IM 1, IM 2, IM 3, H 1 och H 2.



2p LM husdjup 384 M



2p LM husdjup 384 M



2p LM husdjup 384 M

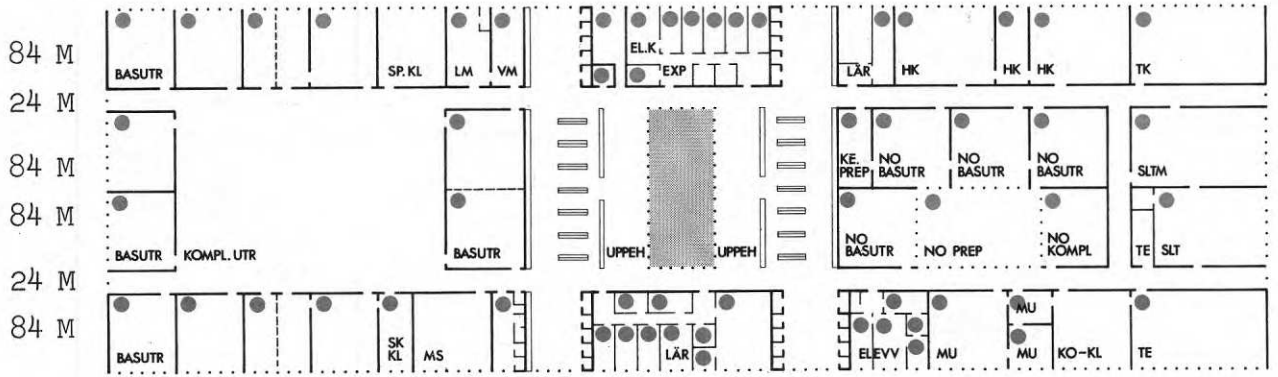
Testplaner med typrumsmarkeringar:

- i rapport 50/69 redovisat rum
- i föreliggande rapport redovisat rum

Skala 1:800

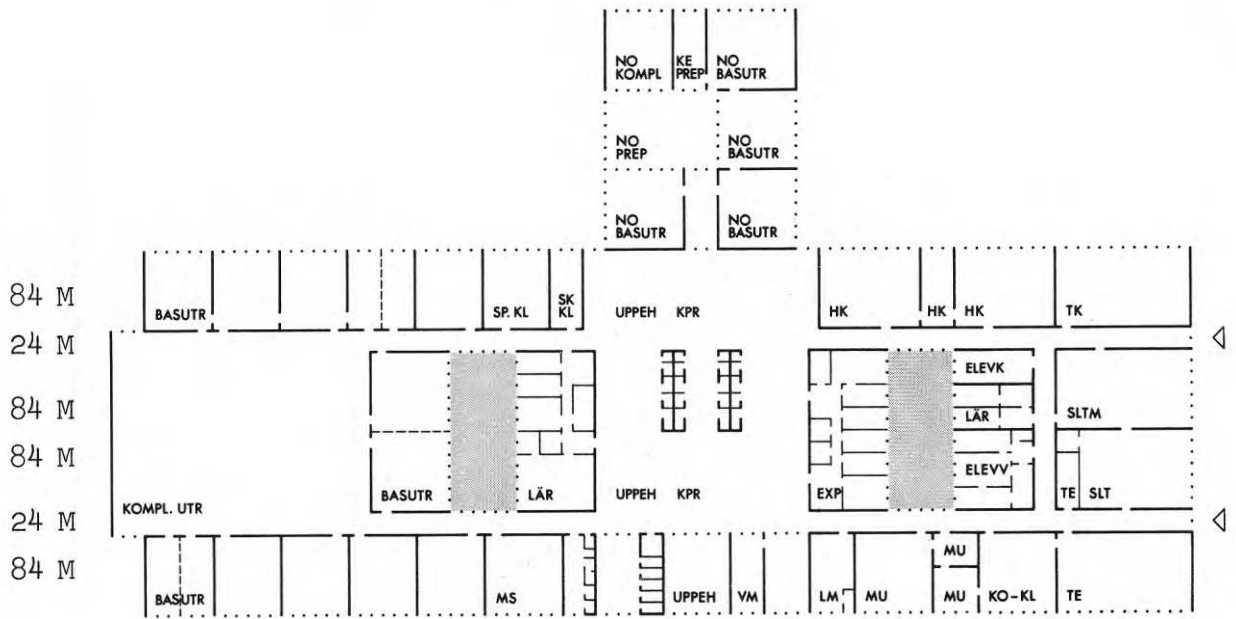
Fig 5 forts.



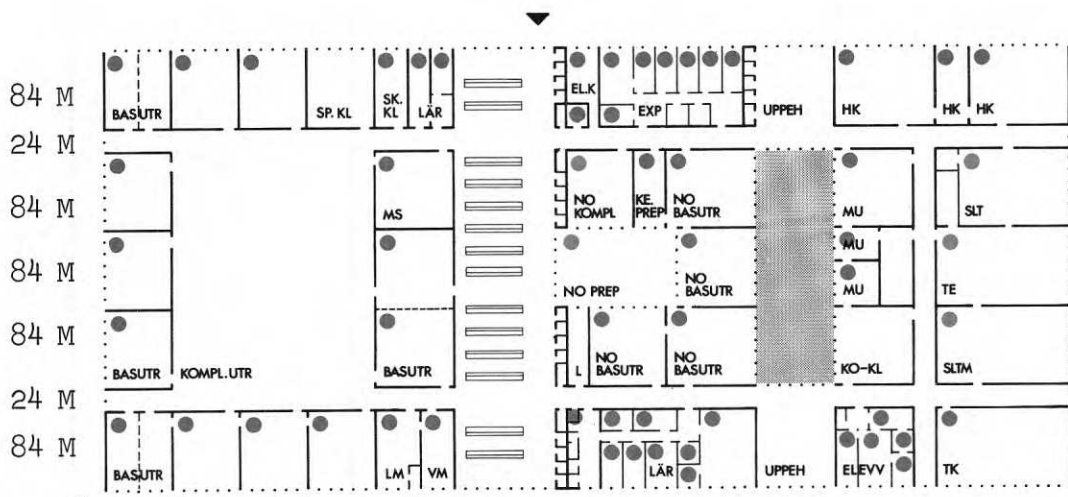


6p H husdjup 384 M

H 1



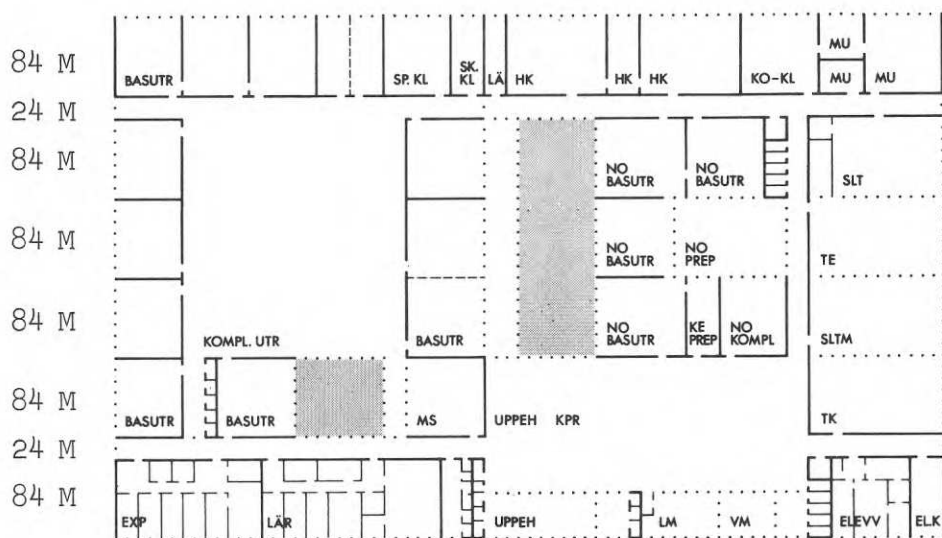
6p H husdjup 384 M (+252 M)



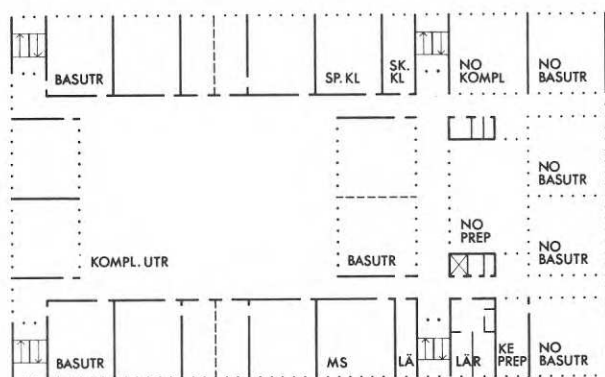
6p H husdjup 468 M

H 2

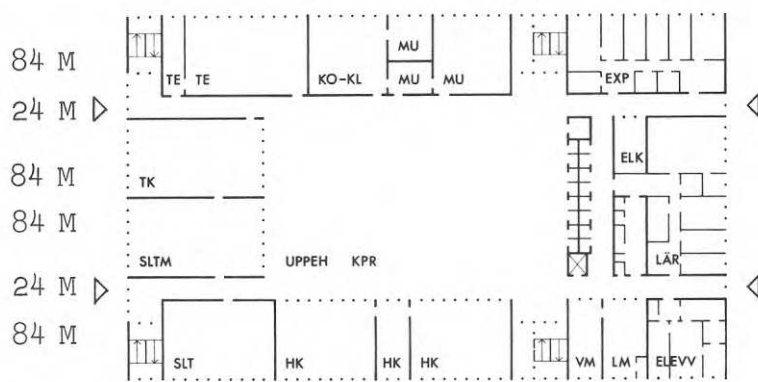
Skala 1:800



6p H husdjup 552 M



ÖVRE PLAN



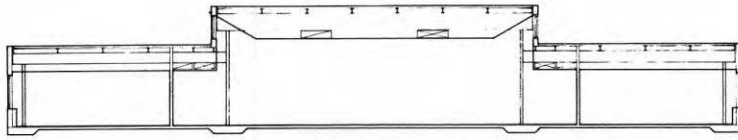
BOTTENPLAN

6p H husdjup 384 M 2-planslösning<sup>1)</sup>

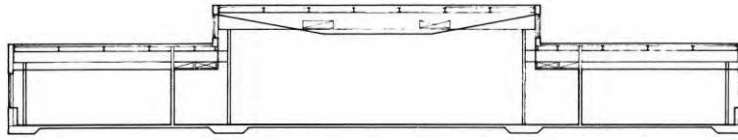
Skala 1:800

Fig 5 forts.

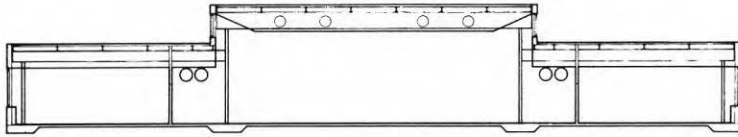
1) I övre planet erfordras utrymningsbalkong eller sprinkleranläggning.



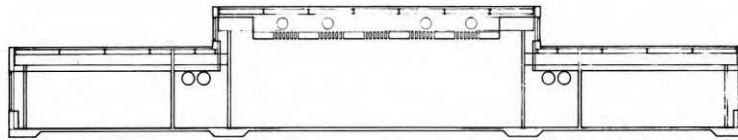
typ I



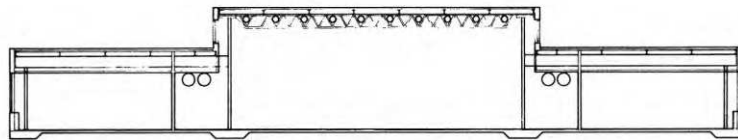
typ II



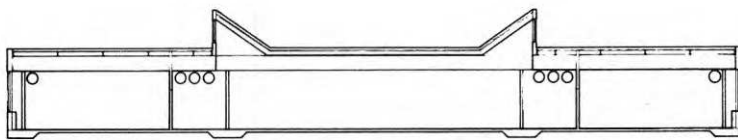
typ III



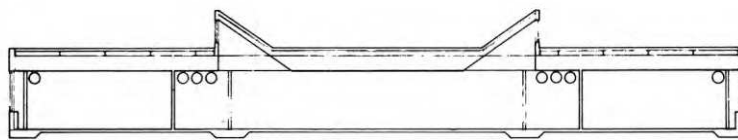
typ IV



typ V



typ VIa



typ VIb

Fig 6 Exempel på sektioner, husdjup 384 M, skala 1:400

| Plan | Husdjup | Längd  | Totalyta<br>(bruttotyta) | Nettogolyta<br>(bidr.berätt.<br>programyta) | Nettoytkvot | Lokalpr:<br>bas- och<br>kompl.<br>utrymme | Planens<br>basutr. | Beräknat<br>kompl.<br>utrymme | Planens<br>kompl.<br>utrymme<br>netto | Planens<br>kompl.<br>utrymme<br>brutto |
|------|---------|--------|--------------------------|---|-------------|---|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| LM 1 | 384 M   | 588 M  | 2217 m <sup>2</sup>      | 1463 m <sup>2</sup> a)                      | <u>0.66</u> | 970 m <sup>2</sup>                        | 651 m <sup>2</sup> | 319 m <sup>2</sup>            | 342 m <sup>2</sup>                    | 436 m <sup>2</sup>                     |
| LM 2 | 384 M   | 576 M  | 2190 m <sup>2</sup>      | 1463 m <sup>2</sup> a)                      | <u>0.67</u> | 970 m <sup>2</sup>                        | 643 m <sup>2</sup> | 327 m <sup>2</sup>            | 342 m <sup>2</sup>                    | 436 m <sup>2</sup>                     |
| LM 3 | 384 M   | 528 M  | 1984 m <sup>2</sup>      | 1280 m <sup>2</sup> b)                      | <u>0.65</u> | 970 m <sup>2</sup>                        | 711 m <sup>2</sup> | 259 m <sup>2</sup>            | 301 m <sup>2</sup>                    | 384 m <sup>2</sup>                     |
| H 1  | 384 M   | 1236 M | 4718 m <sup>2</sup>      | 3118 m <sup>2</sup> b)                      | <u>0.66</u> | 1246 m <sup>2</sup>                       | 785 m <sup>2</sup> | 461 m <sup>2</sup>            | 481 m <sup>2</sup>                    | 615 m <sup>2</sup>                     |
| H 2  | 468 M   | 1032 M | 4710 m <sup>2</sup>      | 3118 m <sup>2</sup> b)                      | <u>0.66</u> | 1246 m <sup>2</sup>                       | 785 m <sup>2</sup> | 461 m <sup>2</sup>            | 484 m <sup>2</sup>                    | 640 m <sup>2</sup>                     |

a) utan gymnastiklokal

b) utan gymnastiklokal och skolmåltidslokal

Tabell 2 Beräknade nettoytkvoter för valda testplaner.

Vid planlösningens arbetet har förutsatts väggar med flyttbarhet minst enligt klass I i rapport 50/69, häfte 18, sid 25.

"Byggnadsdel skall vara demonterbar.

Efterlagningar i angränsande byggnadsdelar får förekomma.

Den demonterade byggnadsdelen behöver ej kunna remonteras."

Som underlag för studier och sammanställning av olika krav med avseende på konstruktioner, installationer, belysning och akustik har testplanerna kompletterats med ett antal sektioner, i vilka dagsljus anordnats i byggnadens mittzon i enlighet med under arbetet vunna erfarenheter (se fig 6). Illustrationerna har littererats med hänsyn till redovisningen av dagsljusfaktorns variation med alternativa lösningar. Se 6 BELYSNING.

#### 21.4 Kommentarer till testplanerna

I samarbete med SÖ och konsulter har planlösning och rumsutformning parallellt studerats.

Det alternativa lokalprogrammet har föranlett vissa nya lokaler, som anpassats till Bygglådans måttsystematik och studerats ur funktionssynpunkt, varvid olika möbleringsalternativ prövats.

Bygglådans testplaner karakteriseras av längsgående korridor-system med klassrum i fasad. Vid översynen valda testplaner har mer eller mindre djupa planformer, i det föregående beskrivna, valda planstrukturer och yttre zoner med längsgående kommunikationsytor (utformade som korridorer eller ej) samt rum i fasad. I dessa yttre zoner kan Bygglådans typrum och block med djupet 84 M direkt appliceras. De djupare planernas mittzoner har annorlunda kontakt med den yttre omgivningen, annorlunda uppbyggnad och rumssamband. Även djupmättet för dessa lokaler bygger på en multipel av 84 M (84 M, 2 x 84 M, 3 x 84 M etc.).

Mittzonens lokalförhållanden skiljer sig således klart från dem som Bygglådan behandlat. Översynen har också främst inriktats på att utröna, vilka faktorer som har betydelse för i dessa zoner befintliga lokaler.

Planernas mittzoner kan rymma rum av typ studiehall, dels också block av rum utan mellanliggande korridorer eventuellt grupperade kring atriumgårdar.

Lokaler, som ej är beroende av konventionella fasadfönster förläggs till mittzonen, i enplansbyggnader med möjlighet till högt sittande fönster. Bygglådans typrum är användbara i detta sammanhang, reviderade med avseende på fönsterutformning.

Det bör påpekas att de lokaler för grundskolan, där personer mer stadigvarande vistas, i allmänhet skall förses med fönster, helst i ögonhöjd. I större lokaler och lokaler med öppna rumssamband är emellertid de utblickar som fönster med normal bröstningshöjd kan ge av mindre betydelse. Fasadkontakt är dock av betydelse även för stora rum bl a ur brandutrymningssynpunkt. I redovisade testplaner finns från centralt belägna studiehallar korta korridorer med markkontakt via förutsatta fönsterdörrar. För övrigt kan naturligtvis en framtida ändring av ytrelationerna mellan bas- och komplementutrymme ge även en i centrala delar belägen studiehall fönster i fasad.



Fig 7 Samband studiehall-basutrymme, H-stadiet

Psykologiska faktorer som t ex känslan av instängdhet och överraskningsmomentet vid brand, motiverar att mindre och isolerade rum alltid orienteras så att de kan förses med konventionella fönster eller med fönsterdörr. Sålunda kan väl ljudisolerade lokaler, där glasade innerväggar undviks, t ex musiksalar, bli alltför avskärmade från omvärlden, om fönster saknas.

NO-blocket, som enligt pedagogiska önskemål rymmer lokaler med direkt inbördes samband, kan med valda planstrukturer lätt inplaceras i planernas mittzoner, dock även för dessa lokaler helst med fönster (i fasad mot atriumgård, gavel eller eventuellt endast högt sittande.). Det kan tilläggas att nämnda pedagogiskt motiverade krav på dörrförbindelser inom blocket samverkar med brandutrymningskrav.



Fig 8 Lokalsamband inom NO-blocket

Beträffande lokaler för estetisk-praktiska ämnen motiverar både de nya planstrukturerna och kravet på framtida sammanslagningsmöjlighet, att de i mittzonen befintliga enskilda lokalerna förläggs med långsida mot långsida och med fönsterplacering på rummens kortsida, om blocket kan förläggas till byggnadens gavel eller till atriumgård. De i stort sett lika långa undervisningslokaler kan sålunda sammanslås i önskad omfattning, så att ateljéer av olika storleksordning åstadkommes. Bygglådans typrum är efter revidering användbara i detta sammanhang och redovisas som alternativa typrumsillustrationer. Ursprungliga typrum gäller även i fortsättningen för placering vid långfasad. För byggnadens hörnrum är båda typrumsalternativen tillämpbara.

Studierna koncentrerades till planer vars komplementutrymme får så stor yta som det alternativa lokalprogrammet tillåter, se 21.2 Riktlinjer för testplanernas utformning. Den valda fördelningen av ytor med stor ytandel förlagd till ett komplementutrymme typ studiehall gagnade översynens syften, men minskar givetvis å andra sidan testplanernas generalitet. Som i viss mån framgår av några i 21.3 redovisade planexempel står möjligheten öppen att med de alternativa lokalprogramnormerna som utgångspunkt lösa planer med mer eller mindre uppdelade komplementutrymmen. För övrigt bör

uppmärksammas att lokalytors slutna eller öppna utformning ej har direkt samband med bas- eller komplementfunktionen. Komplementutrymmen kan exempelvis vara slutna rum. Ej schemalagda ytor kan planeras ingå i slutna lokaler, t ex kan grupprum för akustiskt störande samtal i större grupp arrangeras i basutrymmen. Basfunktioner kan under vissa omständigheter förläggas till en studiehall. Givetvis kan tillgängliga ytor, vare sig de är slutna eller öppna, utnyttjas på ett mer flexibelt sätt, om lämpligheten med hänsyn till verksamhetens karaktär och den aktuella tidpunkten beaktas. En sådan smidigare lokaldisposition baseras på samråd mellan berörda lärare.



Fig 9 Studiehäll, IM-stadiet

Vid planering av ett konkret projekt bör fördelarna med gemensam studiehäll vägas mot vissa eventuella olägenheter. Den gemensamma hallen ger sålunda möjligheter till en naturlig kontakt och samverkan över stadiegränserna och hallen utgör en stor, samlad resurs för de elevgrupper, som använder den. Emellertid kan förmodas att speciellt på lägre stadier vissa elever upplever en stor studiehäll som ödslig och psykiskt störande p g a de bristfälliga möjligheterna till identifikation.

Storlek och form har viss betydelse för studiehällens akustiska klimat. På högstadiet erhålles enligt det givna lokalprogrammet utan svårighet en storlek på hallen som väl motsvarar akustiskt betingade önskemål. På låg- och mellanstadiet däremot finns inte samma spelrum beträffande ytfördelning på bas- och komplementutrymmen, ty enligt de tillämpade lokalprogramnormerna skall varje klass ha sitt eget basutrymme, dvs eget "klassrum" om än med reducerad storlek. Genom införande av minimibasutrymmen kan komplementutrymmets yta ökas. Eventuellt kan basutrymmen på låg- och mellanstadiet göras parvis sammanslagbara (med vikkvägg), vilket visat sig ha pedagogiska fördelar beträffande t ex lärares samverkan, utnyttjande av lärares specialkunskaper och lämplig indelning av elever. Eventuellt anordnas endast ett sådant stor-klassrum med vikkvägg per stadium.

För övrigt är diskussionen om antalet basutrymmen i relation till antalet klasser för närvarande synnerligen livlig, speciellt beträffande låg- och mellanstadiet.

För låg- och mellanstadiet har basutrymmet av minimistorlek studerats med avseende på möblering, varvid de förvaringsmöjligheter, som ett normalt klassrum innehåller, till stor del flyttats till komplementutrymmet. Beteckningen klassrum används därför ej om dessa i sig ofullständigt utrustade basutrymmen, redovisade under 22. Typrum. Minimibasutrymmet kan ifrågasättas för mellanstadiet, där plats för 30 elever skall kunna beredas.

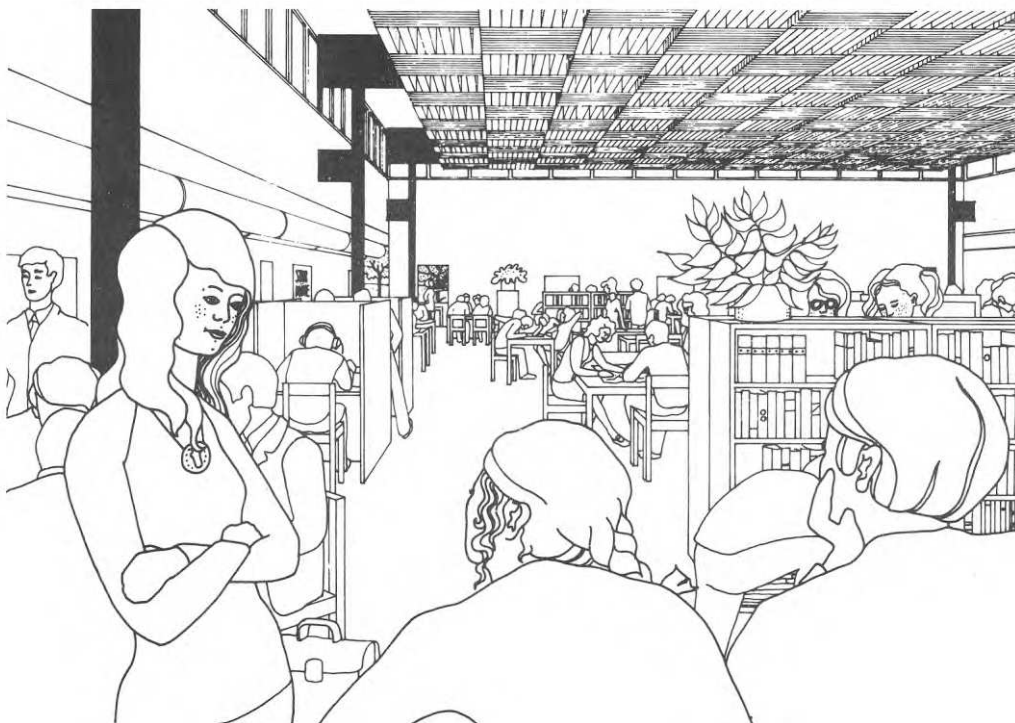


Fig 10 Studiehäll, H-stadiet

Individuellt eller gruppvis ordnade elevaktiviteter av aktuellt slag är mera utrymmeskrävande än klassundervisning av konventionellt slag. Varje möjlighet till ökning av komplementutrymmesyta bör även av detta skäl tillvaratas. I koncentrerade planformer kan kommunikationsyta insparas och på så sätt "vunnen" yta kan tillföras studiehällens beräknade nettoyta, dvs den yta som lokalprogrammet ger. Beträffande hallarnas programyta, nettogolvnya, se 92.

Vissa zoner inom hallen måste under alla omständigheter bli kommunikationsytor; ständigt fria utrymningsvägar krävs. Kommunikationsytor på två sidor i hallens längdriktning, dvs de ytor, som motsvarar korridorutor för planen i övrigt, ligger i redovisade planer utanför beräknad nettoyta. I planer med större husdjup, t ex mittzonens djup 3 x 84 M, kan en något större inlagd kommunikationsyta motiveras, eftersom passageväg över studiehäll till



centrala delens mittenrum här fordras.

Ur akustisk och klimatologisk synpunkt är hallens bruttoyta av intresse, dvs nettoytan plus totala kommunikationsytan.

Önskemål om öppnare rumssamband måste ställas i relation till krav på ljudisolering. I rum för språkundervisning användes elektro-akustiska hjälpmedel med ibland mycket höga ljudnivåer; verksamheten fordrar emellertid speciellt god taluppfattbarhet, dvs bakgrundsljudnivån måste vara extremt låg. Basutrymmen för språk har i testplanerna (på H-stadiet) utformats som slutna rum utan inbördes dörrförbindelse.

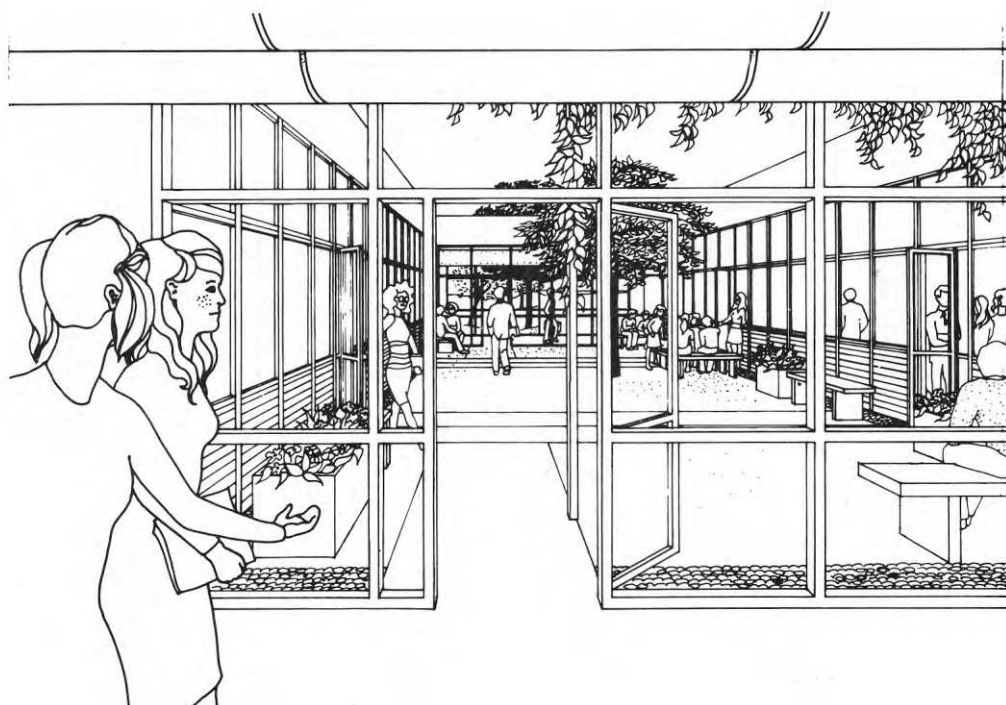


Fig 11 Utblick mot gård (från uppehållsrum i plan H 2)

De nya djupa planformerna har skärpt vissa krav, t ex sådana som är motiverade ur orienteringssynpunkt. Sålunda har genomsiktighet i vissa delar av planerna som t ex vid centralkapprum och uppehållsrum eftersträvats. I byggnaderna fördelade och gärna utåtriktade uppehållsrum är också ett önskemål liksom glasade väggar mellan lokaler i planernas centrala delar.

Vid uppglasning av mellanväggar måste emellertid ljudisoleringskravet uppmärksammas. Härtill kommer i anslutning till utrymningsväggar brandsäkerhetskrav; värmestrålning genom glasade ytor får inte hindra passage. En skyddande bröstning med en höjd av 80-90 cm erfordras och glasningens längd måste begränsas.

Elevvårdsavdelningen bör ligga i god förbindelse (sammanhållas) med block för administration-lärare, där även psykolog, kurator och yrkesvalslärare befinner sig. Exempel på ett annat önskvärt lokalsamband är det mellan NO-blocket och teknikverkstaden.

En viss variation i testplanerna har eftersträvats särskilt beträffande planfrågor, som ej är tillräckligt utredda.

I studiehallar, som i "inifrånmatade" skolor måste passeras av elever på väg till och från basutrymmen, riskeras en högre både akustiskt och visuellt betingad störning. Emellertid har planer med "utifrånmatning" av elever i denna studie prövats endast på låg- och mellanstadiet, och då i kombination med fördelade, för två eller tre klasser gemensamma kapprum. Kapprum gemensamma för enstaka eller ett fåtal klasser kan medverka till en (särskilt på lägre stadier) fördelaktig fördelning av elever även på skolgård och uppehållsytor.

Den akustiska miljön i en studiehall är ej endast beroende av lokalutformningen; på högstadiet kan t ex en lämplig schemaläggning av ämnen och ämnesgrupper i omgivande, på olika sätt belägna basutrymmen medverka till att störande spring undvikas. SO-ämnen med långa arbetspass kan därvid placeras längst bort från hallens entréer och språklektioner med korta arbetspass förläggs nära entréer.

I rapport 50/69, häfte nr 2, redovisas funktionsmått under huvudrubrikerna:

- 12.1 Inredningselement
- 12.2 Människans mått
- 12.3 Dimensionerande läromedel

Redovisningen av inredningselement är i föreliggande rapport införd under 22. Typrum och 24. Studiehall.

Studiehallens dimensionering är inte direkt knuten till inredningselement.

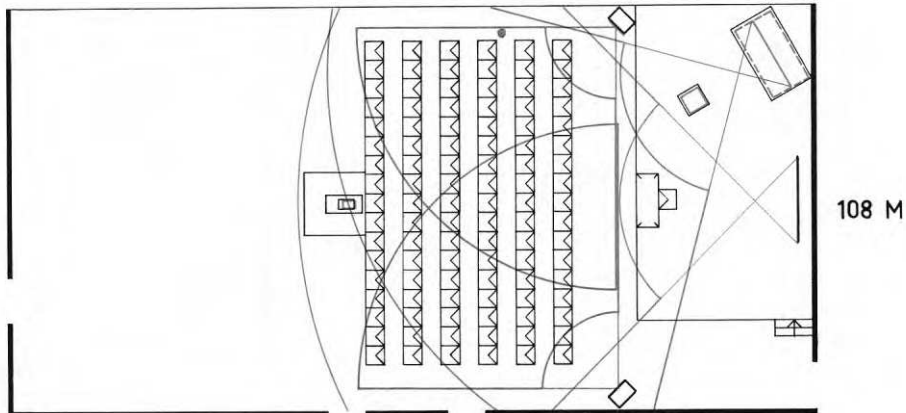
Studiehallen är p g a den kraftiga akustiska dämpningen ej lämpad för information av större grupper. Med elektroakustiska hjälpmedel som högtalare eller hörlurar, finns dock en möjlighet härtill, om rumshöjden och klimat- och brandskyddskrav det tillåter.

Informationssal är ej bidragsberättigad enligt SÖ:s statsbidragsbestämmelser och finns därför ej upptagen i lokalprogrammet. Vid genomgång, föreläsningar, filmvisning, debatter och dylikt måste dock stora grupper på 60-90 elever kunna samlas. Möjlighet härtill kan finnas i skolmåltidslokalen eller arrangeras genom sammanslagning av två basutrymmen, vilka med avseende på utformning och läge därvid måste anpassas för detta ändamål. Skolmåltidslokalen är dock ur akustisk synpunkt ej helt lämplig för information (se 7 AKUSTIK).

För att kravet på god sikt i vertikalled skall uppfyllas vid film- eller bildvisning för större grupp, erfordras en rumshöjd, som är högre än i klassrum (se Bygglådans ovan nämnda 12.3). I byggnader med förhöjd mittzon kan lämpligen inom denna zon belägna utrymmen, t ex sammanslagbara basutrymmen, väljas för information av större grupp.

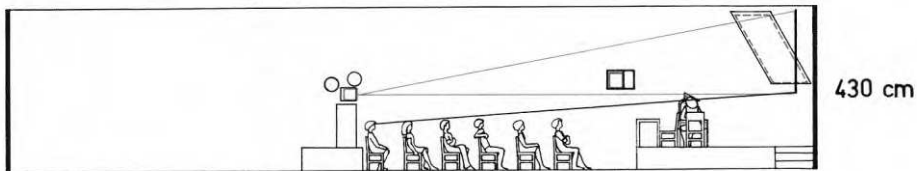
För att t ex elevmatsal och sammanslagna basutrymmen enligt i fig 12a och 12b redovisade format skall kunna användas för information

med film- eller bildvisning för grupper på ca 90 elever, bör taket, för att kravet på god sikt skall uppfyllas, utformas så att en rumshöjd på min 430 cm vid bildskärm erhålles. Möbleringen kan bestå av lösa kopplade stolar på plant golv. Ett 55 cm högt podium erfordras för att fri sikt över varannan stolsrad skall erhållas. I de illustrerade exemplen är lokalerna utrustade med dia-, film- och arbetsprojektorer samt TV-monitorer.



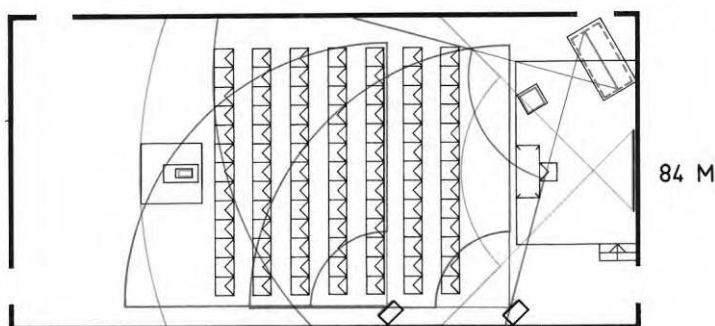
plan

216 M



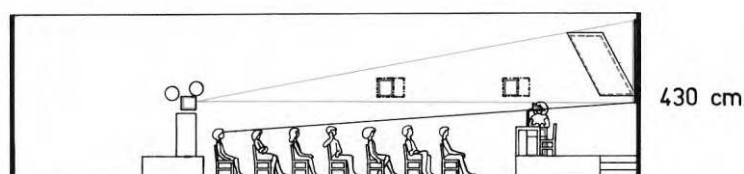
sektion

Fig 12a Samband takhöjd-fri sikt. Exempel på i Bygglådan redovisad elevmatsal, 108 M x 216 M, möblerad för information med bildvisning för 102 personer. Skala 1:200



plan

168 M



sektion

Fig 12b Samband takhöjd-fri sikt. Exempel på två sammanslagna basutrymmen, 84 M x 168 M, möblerade för information med bildvisning för 91 personer. Skala 1:200

Som redan i det föregående framhållits har testplanerna på grund av undersökningstekniska skäl fått en mindre generell utformning. Så stor ytandel som förutsättningarna medgav har exempelvis tillförts öppna ytor, och minimibasutrymmen har prövats även på mellanstadiet. Gymnastik- och skolmåltidslokaler med högre rumshöjd antogs i huvudsak förlagda till separata block. En placering av undervisningslokaler i direkt anslutning till skolmåltidslokaler är emellertid i verkligheten att anse som det normala fallet.

Testplanerna är, bl a av skäl som andragits, ej att betrakta som typlösningar. De torde dock kunna användas som underlag för diskussioner mellan byggherre och projektör.

Vid konkret projektering kommer naturligtvis lösningarna att bli mer komplexa och utvecklas dels utifrån av berörda intressenter ställda krav, t ex funktions- och miljökrav med hänsyn till av kommunen vald pedagogisk modell, skolorganisation, graden av samplanering och sambruk med lokaler för annan verksamhet etc, och dels utifrån givna förutsättningar, såsom fysiska, sociala, ekonomiska och administrativa betingelser. Anpassning till och medvetet utnyttjande av den valda tomtens förutsättningar, topografi, vegetation, omgivande byggnader etc, kan motivera andra planformer och annan ytfördelning t ex på olika plan. Valet av en friare planform kan givetvis generellt sett innebära att vissa miljö-kvaliteter tillföres ett objekt (mer varierad kontakt mellan lokaler och yttre omgivningar, vindskyddade uterum etc). En topografiskt anpassad tvåplanslösning kan exempelvis ha en för skoländamål icke fullt utnyttjad bottenplan och en överplan som ger möjligheter till bättre markkontakt och enklare brandutrymning. En mindre bottenplan kan därvid också innebära att dagsljus erhålles i samtliga lokaler för undervisning och uppehåll.

Friare planlösningar och planformer än de redovisade är naturligtvis möjliga inom Bygglådans ram, varvid preferensmått för rumsdjup eller spännvidd och i övrigt modulsamordningsreglerna tillämpas medan typrum och block ej regelmässigt behöver användas. (Jfr 21.2)

22. Typrum

I rapport 50/69, häfte nr 5, Illustrationer, redovisas en typrums-serie för då angivna lokalprogramnormer och program för lokal-projektering.

Lokalernas utformning och möblering är i typrumsserien alltid bundna till de produktionstekniska och funktionella, i detta fall pedagogiska, förutsättningarna som formulerats som underlag för typrumskonstruktionen.

Vid konstruktion av i föreliggande rapport redovisade testplaner användes i första hand typrumsserien i Bygglådan, men det alternativa lokalprogrammet medför en del nya typrumsillustrationer för basutrymme på L- och M-stadiet och komplementutrymme för NO-ämnen på H-stadiet, liksom de nya plantekniska förutsättningarna i vissa fall medför alternativa typrumsillustrationer för textilslöjdsalar på M- och H-stadiet, trä- och metallslöjdsalar på M- och H-stadiet, teckningssal på H-stadiet och utrymme för läro-medel och preparation för fysik-biologi på H-stadiet. För slöjdsalar och teckningssal har de förändrade förutsättningarna varit förändrad fasadkontakt med till kortvägg begränsad möjlighet av fasadfönster.

Redovisade typrumsanvändningar har utarbetats av eller i samarbete med Skolöverstyrelsen.

Rummen redovisas i storleksordning enligt tabell 3.

| Storlek                            | Litt   | Rumsbeteckning/stadium  |
|------------------------------------|--|---|
| 24 M x 24 M<br>2,5 m <sup>2</sup>  | 27.05.16                                     | Provrum, textilslöjd, H   |
| 60 M x 24 M<br>13 m <sup>2</sup>   | 26.05.05                                     | Förråd, teckning, H   |
| 84 M x 72 M<br>57 m <sup>2</sup>   | 20.04.32                                     | Komplementutrymme för NO-ämnen, H   |
| 84 M x 96 M<br>77 m <sup>2</sup>   | 27.05.06                                     | Textilslöjdsal med förråd, M II   |
| 84 M x 120 M<br>97 m <sup>2</sup>  | 20.04.25<br>20.04.26<br>24.04.21<br>27.05.06 | Basutrymme, L<br>Basutrymme, M<br>Utrymme för läromedel och preparation<br>fysik-biologi, H<br>Textilslöjdsal med vävkammare och<br>förråd, H |
| 84 M x 132 M<br>107 m <sup>2</sup> | 27.05.08                                     | Trä- och metallslöjdsal, M II   |
| 84 M x 144 M<br>116 m <sup>2</sup> | 26.05.03<br>27.05.08                         | Teckningssal med verkstad, H<br>Trä- och metallslöjdsal, H  |

Tabell 3 Förteckning över nya typrumsillustrationer

Varje typrum redovisas tillsammans med en illustrerad förteckning över möbler och andra inredningselement.

Varje element har i förteckningen givits en litterabeteckning, där de två första siffrorna anger typ av inredningselement enligt följande:

01. Bord
02. Arbetsbänkar
03. Rullbord o d
04. Instrument, verktyg och redskap. Pianon, vävstolar, drejskivor, sandlådor, spisar, svetsbord och växtodlingsbord
05. Sitt- och liggmöbler
06. Förvaringsmöbler. Höga och låga skåp, hurtsar samt höga, låga och flyttbara hyllor
07. Skriv-, arbets- och anslagstavlor, planschhängare, kläd-krokar och sladdlistor
08. Installationskrävande element. Badkar, diskbänkar, vas-  
kar, tvättställ, toalettstolar, bidéer, tvättmaskiner,  
diskmaskiner och dragskåp
09. Eltavlor, optiska skalor och eldsläckare
10. Gymnastikredskap

Inom varje grupp har elementen givits löpande nummer, i möjligaste mån efter storleksordning, för bord i storleksordning efter längd.

I höger spalt anges erforderligt antal av resp inredningselement.

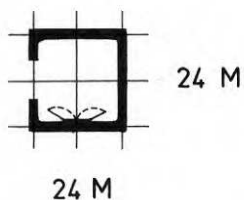
Inredningselementens dimensioner grundar sig huvudsakligen på Skolöverstyrelsens principritningar. Elementen är inte måttsatta, men redovisas skalriktigt i skala 1:200.

Storleken på basutrymmen och komplementutrymmen kan variera. För att eventuella problem skulle accentueras prövades basutrymmen med minsta möjliga yta; komplementutrymmets yta kunde därigenom utökas. Som typrum för basutrymmen för L- och M-stadiet valdes en lokal på ca 48 m<sup>2</sup>.

Basutrymmena på IM-stadiet är grupperade så att de parvis kan sammanlösas till en större lokal medelst vikkvägg. Härigenom möjliggöres samverkan mellan klasserna, viss information kan ges till båda klasserna samtidigt och lärarens intressen och speciella kunskaper kan utnyttjas. Kostnader för vikkväggar med goda ljudisolerande egenskaper är höga, och det bör därför övervägas i vilken utsträckning sådana väggar skall användas. Redovisad möblering är endast förslag till gruppering av elevarbetsplatser. Den traditionella kolonnuppställningen torde komma att bli mindre vanlig i denna typ av skolor. Basutrymmet användes för information till 25-30 elever under en kort tidsperiod och för arbete enskilt eller i grupp. Det traditionella klassrummets möbelenheter har fördelats mellan basutrymme och komplementutrymme.

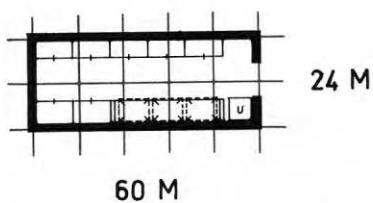
## 22.1 Typrumsillustrationer

Komplettering av den serie av typrumsillustrationer som redovisats i rapport 50/69








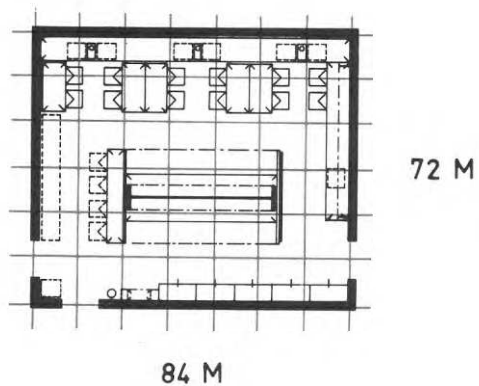
27.05.16 Provrum, textilslöjd H skala 1:200

| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|--|-------|
| 09.12 |  VIKBAR SPEGEL OCH<br>SPEGELHYLLA | 1     |





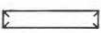











26.05.05 Förråd, teckning H skala 1:200

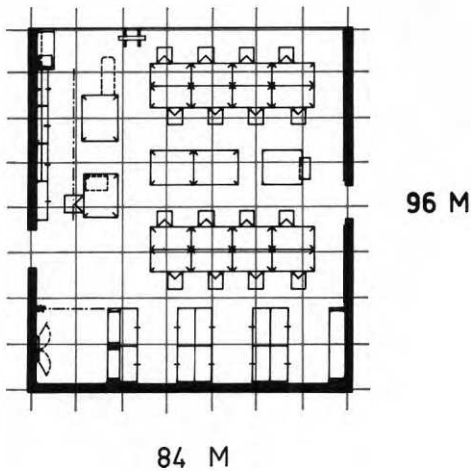
| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|--|-------|
| 03.04 |  PLATS FÖR RULLBORD | 3     |
| 04.24 |  UGN                | 1     |
| 06.04 |  SKÅP, HÖGT         | 2     |
| 06.05 |  SKÅP, HÖGT         | 5     |
| 06.52 |  HYLLOR, FLYTTBARA  | X     |






















20.04.32 Komplementutrymme för NO-ämnena, H skala 1:200

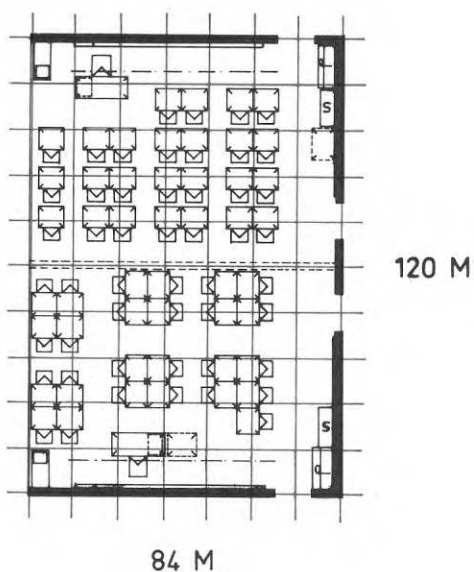
| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL | LITT  | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL |
|-------|--|-------|-------|---|-------|
| 01.16 |  ARBETSBORD  | 5     | 08.29 |  NÖDDUSCH MED GOLVKONTAKT | 1     |
| 02.03 |  ARBETSBÄNK   | X     | 09.06 |  ELDLÄCKARE              | 1     |
| 02.04 |  ARBETSBÄNK   | X     |       |   |       |
| 04.05 |  VÅGBORD  | 1     |       |   |       |
| 05.09 |  ELEVSTOL   | 12    |       |   |       |
| 06.05 |  SKÅP, HÖGT   | 5     |       |   |       |
| 06.21 |  VÄGGSKÅP   | 1     |       |   |       |
| 06.28 |  HURTS  | 7     |       |   |       |
| 06.54 |  HYLLOR, FLYTTBARA                                    | X     |       |   |       |
| 07.01 |  SKRIVTAVLA   | X     |       |   |       |
| 07.17 |  SKENOR MED FÄSTANORDNING<br>FÖR LABORATORIEAPPARATER | X     |       |   |       |
| 08.20 |  VASK I ARBETSBÄNK<br>02.03                           | 3     |       |   |       |





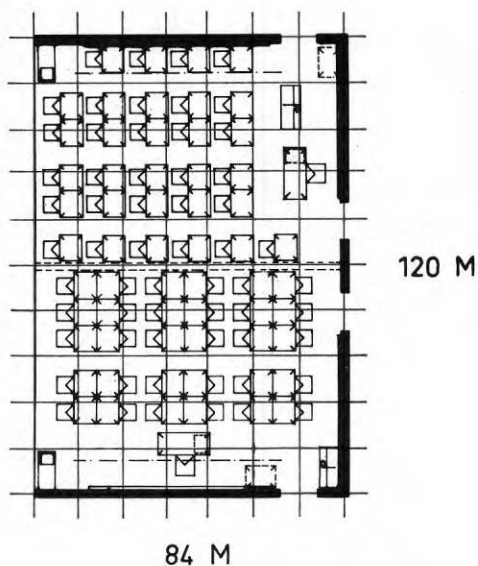
27.05.06 Textilslöjdsal med förråd M II skala 1:200

| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL | LITT  | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL |
|-------|--|-------|-------|---|-------|
| 01.17 |  LÄRARBORD                       | 1     | 06.53 |  HYLLA, FLYTTBAR                                  | X     |
| 01.18 |  TILKKLIPPNINGSBORD             | 2     | 07.01 |  SKRIVTAVLA                                      | 1     |
| 01.19 |  PRESSBORD                      | 1     | 07.03 |  ANSLAGSTAVLA                                    | X     |
| 01.23 |  FLEVBORD MED FACK FÖR SYMASKIN | 16    | 08.12 |  DISKBÄND MED UNDERSKÅP                          | 1     |
| 04.32 |  VÄVSTCL,<br>INNERMÅTT = 70 CM  | 1     | 09.01 |  ELTAVLA   | 1     |
| 05.08 |  STCL                           | 1     | 09.10 |  BLÄDDERTAVLA                                    | 1     |
| 05.09 |  ELEVSTCL                       | 16    | 09.12 |  PROCVPLATS MED VIKBAR SPEGEL<br>OCH SPEGELHYLLA | 1     |
| 06.05 |  SKÅP, HÖGT                     | 10    |       |   |       |
| 06.06 |  SKÅP, HÖGT                     | 1     |       |   |       |
| 06.20 |  SKÅP, LÅGT                     | 3     |       |   |       |
| 06.44 |  BCKHYLLA                       | 2     |       |   |       |
| 06.48 |  VÄGGHYLLA                      | 1     |       |   |       |



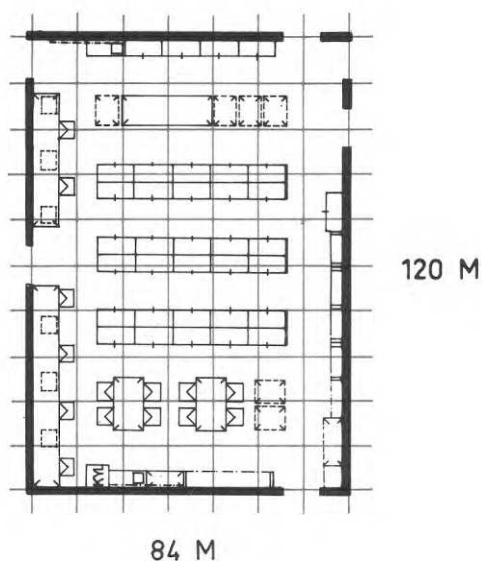
20.04.25 Basutrymme L skala 1:200

| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|--|-------|
| 01.15 |  LÄRARBORD               | 1     |
| 01.34 |  ELEVBORD               | 25    |
| 03.04 |  PLATS FÖR RULLBORD     | 1     |
| 04.02 |  ORGEL ELLER MINIPIANO  | 1     |
| 04.03 |  SANDLÅDA               | 1     |
| 05.08 |  STOL                   | 1     |
| 05.10 |  ELEVSTOL               | 25    |
| 07.01 |  SKRIVTAVLA             | 1     |
| 07.02 |  ARBETSTAVLA            | X     |
| 07.03 |  ANSLAGSTAVLA           | X     |
| 08.12 |  DISKBÄNK MED UNDERSKÅP | 1     |
| 09.01 |  ELTAVLA                | 1     |












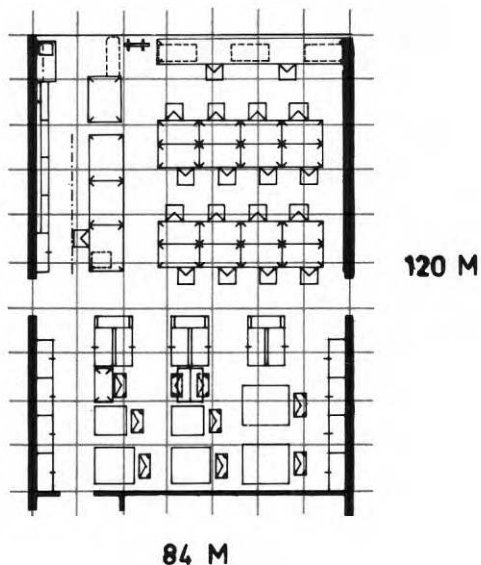
20.04.26 Basutrymme M skala 1:200

| LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|--|-------|
| 01.15 |  LÄRARBORD                | 1     |
| 01.34 |  ELEVBORD               | 30    |
| 03.04 |  PLATS FÖR RULLBORD     | 1     |
| 04.02 |  ORGEL ELLER MINIPIANO  | 1     |
| 05.08 |  STOL                   | 1     |
| 05.09 |  ELEVSTOL               | 30    |
| 07.01 |  SKRIVTAVLA             | 1     |
| 07.02 |  ARBETSTAVLA            | X     |
| 07.03 |  ANSLAGSTAVLA           | X     |
| 08.12 |  DISKBÄNK MED UNDERSKÅP | 1     |
| 09.01 |  ELTAVLA                | 1     |



24.04.21 Utrymme för läromedel och preparation, fysik-biologi H skala 1:200

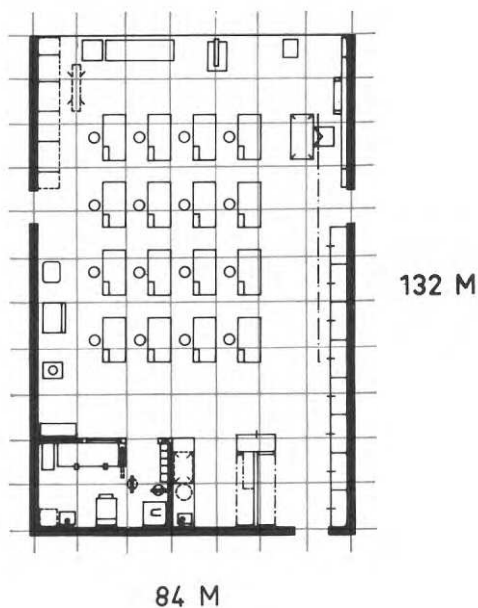
| LITT  | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL | LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|---|-------|-------|--|-------|
| 01.01 |  ARBETSBORD                 | 1     | 06.43 |  HYLLA, HÖG               | 4     |
| 01.14 |  ARBETSBORD                | 2     | 06.51 |  TORKSTÄLL              | 4     |
| 02.03 |  ARBETSBÄNK                | X     | 07.03 |  ANSLAGSTAVLA           | X     |
| 02.04 |  ARBETSBÄNK                | 1     | 07.05 |  PLANSCHHÄNGARE         | 1     |
| 03.04 |  PLATS FÖR RULLBORD        | 6     | 08.12 |  DISKBÄNK MED UNDERSKÅP | 2     |
| 04.01 |  PLATS FÖR VÄXTODLINGSBORD | 1     |       |  |       |
| 05.09 |  ELEVSTOL                  | 14    |       |  |       |
| 06.05 |  SKÅP, HÖGT                | 35    |       |  |       |
| 06.09 |  KYL                       | 1     |       |  |       |
| 06.13 |  SKELETTSKÅP               | 1     |       |  |       |
| 06.28 |  HURTS                     | 6     |       |  |       |
| 06.41 |  HYLLA, HÖG                | X     |       |  |       |





















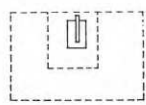




27.05.06 Textilslöjdsal H  
 27.05.07 Vävkammare  
 27.10.07 Förråd











skala 1:200

| LITT  | INREDNINGSELEMENT              | ANTAL | LITT  | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL |
|-------|--------------------------------|-------|-------|---|-------|
| 01.17 | LÄRARBORD                      | 1     | 06.05 | SKÅP, HÖGT  | 14    |
| 01.18 | TILLKLIPPNINGSBORD             | 2     | 06.06 | SKÅP, HÖGT  | 1     |
| 01.19 | PRESSBORD                      | 1     | 06.20 | SKÅP, LÅGT  | 4     |
| 01.23 | ELEVBORD MED FACK FÖR SYMASKIN | 16    | 06.44 | BOKHYLLA  | 3     |
| 01.28 | ARBETSBORD, SPOLBORD           | 1     | 06.48 | VÄGGHYLLA   | 1     |
| 02.03 | ARBETSBÄNK                     | X     | 07.01 | SKRIVTAVLA  | 1     |
| 04.31 | VÄVSTOL<br>INNERMÅTT = 90 CM   | 2     | 07.03 | ANSLAGSTAVLA  | X     |
| 04.32 | VÄVSTOL<br>INNERMÅTT = 70 CM   | 2     | 08.12 | DISKBÄNK MED UNDERSKÅP  | 1     |
| 04.33 | VÄVSTOL<br>INNERMÅTT = 50 CM   | 2     | 09.01 | ELTAVLA   | 1     |
| 04.34 | BANDVÄVSTOL                    | 2     | 09.10 | BLÄDDERTAVLA  | 1     |
| 05.08 | STOL                           | 1     | 09.12 | PROVPLATS MED VIKBAR SPEGEL<br>OCH SPEGELHYLLA I SEPARAT<br>PROVRUM 24 M x 24 M | 1     |
| 05.09 | ELEVSTOL                       | 18    |       |   |       |

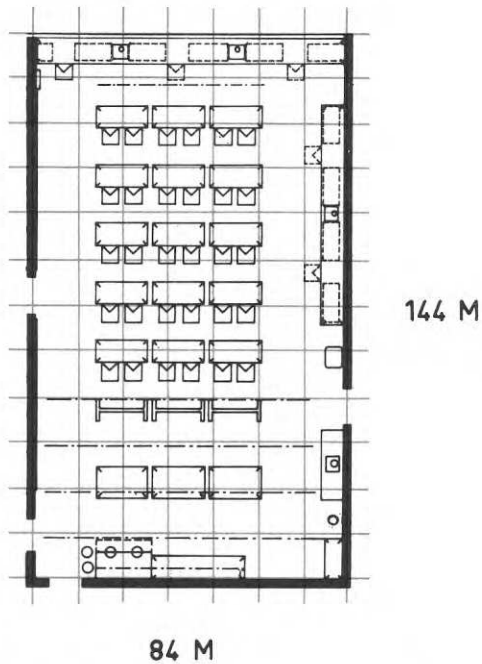


27.05.08 Trä- och metallslöjdsal M II skala 1:200





















| LITT   | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL | LITT   | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL |
|--------|---|-------|--------|---|-------|
| 01.36  |  LÄRARBORD                           | 1     | 04.58  |  SÄGBENK   | 1     |
| 02.06  |  ELEVARBETSBORD                      | 16    | 04.59  |  KONTURSÄG                                       | 1     |
| 03.04  |  PLATS FÖR RULLBORD FÖR YTBEHANDLING | 1     | 04.60  |  STÖL  | 1     |
| 04.41  |  ARBETSBÄNK MED SKRUVSTYCKEN         | 1     | 05.08  |  STÖL  | 1     |
| 04.43b |  TRÄ- OCH METALLSVARV, KOMBINERAD    | 1     | 05.13  |  PALL  | 16    |
| 04.47  |  FLARBORRMASKIN                      | 1     | 06.01b |  STÄLL FÖR STÄNGFR                               | 1     |
| 04.51b |  EXCENTERSAX                         | 1     | 06.02b |  STÄLL FÖR PLAT                                  | 1     |
| 04.53  |  BORD FÖR HÄRDLÖDNING                | 1     | 06.05  |  SKÅP, HÖGT                                      | 9     |
| 04.54b |  VÄRMEUGN                            | 1     | 06.21  |  VÄGGSKÅP  | 1     |
| 04.56  |  BANDSÄG                             | 1     | 06.26  |  SKÅP, LÅGT FÖR SVARV-MATERIEL                   | 1     |
| 04.57  |  SLIPSTENSSTÄLL, KOMB.               | 1     | 06.47  |  BOKHYLLA, LÅG                                   | 1     |
|        |   |       | 06.53  |  HYLLA, FLYTTBAR<br>HALVA HYLLANTALET TORKHYLLOR | X     |

|       |   |                                       |   |       |   |  |   |
|-------|---|---------------------------------------|---|-------|---|--|---|
| 06.56 |  | KONSÖLER FÖR VIRKE                    | X | 08.19 |  | VASK                                     | 1 |
| 06.57 |  | STÄLL FÖR FANÉR OCH PLYWOOD           | 1 | 08.29 |  | NÖDDUSCH MED GOLVKONTAKT                 | 1 |
| 07.01 |  | SKRIVTAVLA MED SK JUTBAR FLANELLOGRAF | 1 | 08.30 |  | ROSTFRI BÄNK MED UNDERSKÅP <sup>1)</sup> | X |
| 07.03 |  | ANSLAGSTAVLA                          | X | 09.01 |  | ELTAVLA                                  | 1 |
| 08.18 |  | TVÄTTSTÄLL MED DRICKSFONTÄN           | 1 | 09.13 |  | PLATS FÖR SOPVAGN                        | 1 |

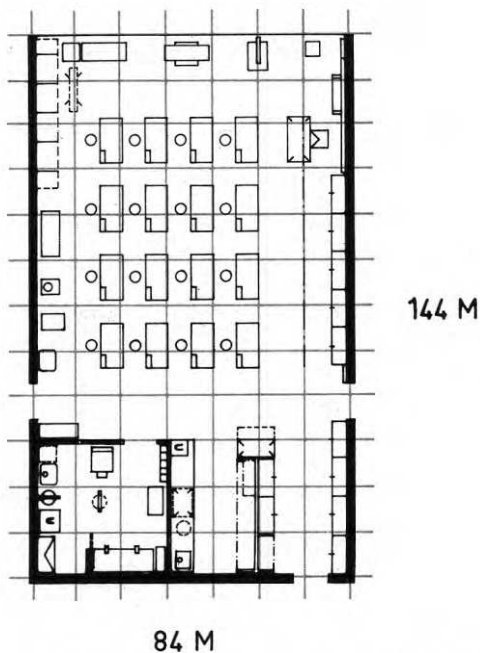
1) för ytbehandling

























26.05.03 Teckningssal med verkstad H skala 1:200














| LITT  | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL | LITT  | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL |
|-------|---|-------|-------|--|-------|
| 01.14 |  ARBETSBORD                        | 3     | 06.28 |  HURTS UNDER ARBETSBÄNK 02.03 | 1     |
| 01.16 |  ELEVBORD                          | 15    | 06.54 |  HYLLOR, FLYTTBARA            | X     |
| 02.03 |  ARBETSBÄNK                        | X     | 07.02 |  ARBETSTAVLA                  | X     |
| 04.21 |  ARBETSBÄNK FÖR GLASERING          | 1     | 08.03 |  DISKBÄNK MED UNDERSKÅP       | 1     |
| 04.22 |  DREJSKIVOR                        | 1     | 08.18 |  TVÄTTSTÄLL                   | 1     |
| 04.23 |  SVETSBORD                         | 1     | 08.19 |  VASK I ARBETSBÄNK 02.03      | 3     |
| 04.25 |  HUGGKUBB                          | 1     | 09.01 |  ELTAVLA                      | 1     |
| 04.26 |  KAVALETT                          | 2     | 09.08 |  FLYTTBAR SKÄRM               | 3     |
| 05.08 |  STOL                              | 1     |       |  |       |
| 05.09 |  ELEVSTOL                          | 30    |       |  |       |
| 06.17 |  SKÅP, LÅGT UNDER ARBETSBÄNK 02.03 | 9     |       |  |       |
| 06.21 |  VÄGGSKÅP                          | 2     |       |  |       |





27.05.08 Trä- och metallslöjdsal H skala 1:200

| LITT   | INREDNINGSELEMENT  | ANTAL | LITT   | INREDNINGSELEMENT   | ANTAL |
|--------|--|-------|--------|---|-------|
| 01.36  |  LÄRARBORD                               | 1     | 04.54c |  EMALJUGN           | 1     |
| 02.04  |  LIMBÄNK                                | 1     | 04.55  |  RIKTHYVEL         | 1     |
| 02.06  |  ELEVARBETSBORD                         | 16    | 04.56  |  BANDSÅG           | 1     |
| 03.04  |  PLATS FÖR RULLBORD<br>FÖR YTBEHANDLING | 1     | 04.57b |  SLIPSTENSSTÄLL    | 1     |
| 04.41  |  ARBETSBÄNK MED SKRUVSTYCKEN            | 1     | 04.58  |  SÅGBECK           | 1     |
| 04.43c |  TRÄSVARV                               | 1     | 04.59  |  KONTURSÅG         | 1     |
| 04.43d |  METALLSVARV                            | 1     | 04.60  |  STÄD              | 1     |
| 04.46b |  PELARSLIPMASKIN                        | 1     | 05.08  |  STOL              | 1     |
| 04.47  |  PELARBORRMASKIN                        | 1     | 05.13  |  PALL              | 16    |
| 04.51b |  EXCENTERSAX                            | 1     | 06.01b |  STÄLL FÖR STÄNGER | 1     |
| 04.53  |  BORD FÖR HÄRDLÖDNING                   | 1     | 06.02b |  STÄLL FÖR PLÅT    | 1     |
| 04.54b |  VÄRMEUGN                               | 1     |        |   |       |

|       |   |                                      |    |       |   |  |   |
|-------|---|--------------------------------------|----|-------|---|--|---|
| 06.05 |  | SKÅP, HÖGT                           | 11 | Ø.03  |  | ANSLAGSTAVLA                             | X |
| 06.21 |  | VÄGGSKÅP                             | 1  | 08.18 |  | TVÄTTSTÄLL MED DRICKSFONTÄN              | 1 |
| 06.26 |  | SKÅP, LÅGT FÖR SVARVMATERIEL         | 1  | 08.19 |  | VASK                                     | 1 |
| 06.47 |  | BOKHILLA, LÅG                        | 1  | 08.28 |  | DRAGSKÅP                                 | 1 |
| 06.53 |  | HYLLA, FLYTTBAR <sup>1)</sup>        | X  | 08.29 |  | NÖDDUSCH MED GOLVKONTAKT                 | 1 |
| 06.56 |  | KONSOLER FÖR VIRKE                   | X  | 08.30 |  | ROSTFRI BÄNK MED UNDERSKÅP <sup>2)</sup> | X |
| 06.57 |  | STÄLL FÖR FANÉR OCH PLYWOOD          | 1  | 09.01 |  | ELTAVLA                                  | 1 |
| 07.01 |  | SKRIVTAVLA MED SKJUTBAR FLANELLOGRAF | 1  | 09.13 |  | PLATS FÖR SOPVAGN                        | 1 |

- 1) halva hyllantalet torkhyllor  
2) för ytbehandling och emalj arbeten

## 23. Blockplaner

I rapport 50/69, häfte nr 5, sid 43-66, har redovisats de frekventa plandelar, i sammanhanget benämnda blockplaner, som konstruerats med de i typrumsserien redovisade lokalformaten.

Dessa blockplaner har kompletterats med illustrationer över teckningssal, teckningsförråd, textilslöjdsal och provrum för H-stadiet, som bildar ett sammanlagt block på 2 x 84 M djup och 144 M längd, och institution för naturorienterande ämnen på H-stadiet, som har utarbetats för två alternativa blockdjup, 2 x 84 M och 3 x 84 M. NO-basutrymme är lika motsvarande typrum i rapport 50/69 förutom att alla lokaler har vatteninstallation vid arbetsplatserna, för att kunna användas vid undervisning i samtliga NO-ämnen. Preparationsutrymmet för biologi och fysik har sammanslagits och salarna är grupperade kring detta för att underlätta kommunikation mellan dessa utrymmen. Komplementutrymmet är gemensamt för alla i gruppen ingående ämnen.

Tyvärr har det inte heller vid översynen av projekteringsunderlaget varit möjligt att inom NO-blocket frångå bjälklagsbundna grenledningar. Se f ö avsnitt 4 INSTALLATIONER.

Vid användning av blockplaner redovisade i rapport 50/69 bör uppmärksammas de revideringar som gjorts i det senaste lokalprogrammet från SÖ den 20.10.1969. T ex har i en 2p LM-skola elevvårdsavdelningen samma yta som i en 6p H-skola, och rumsytan för konst- och klangstudio i en 6p H-skola har ökat från 30 m<sup>2</sup> till 60 m<sup>2</sup>.

## 23.1 Blockplansillustrationer

Komplettering av den serie av blockplansillustrationer som redovisats i rapport 50/69.

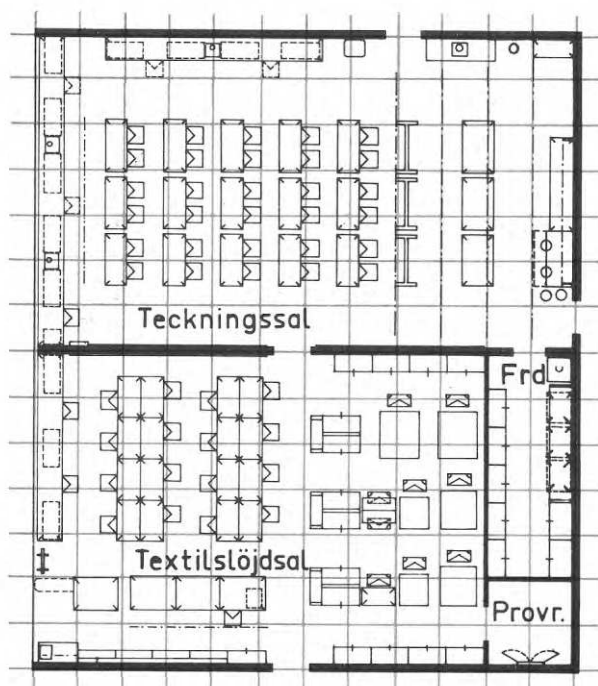


Fig 13 Lokaler för teckning och textilslöjd H-stadiet, 6p.  
Teckningssal 84 M x 144 M, förråd 60 M x 24 M.  
Textilslöjdsal 84 M x 120 M, provrum 24 M x 24 M  
Skala 1:200

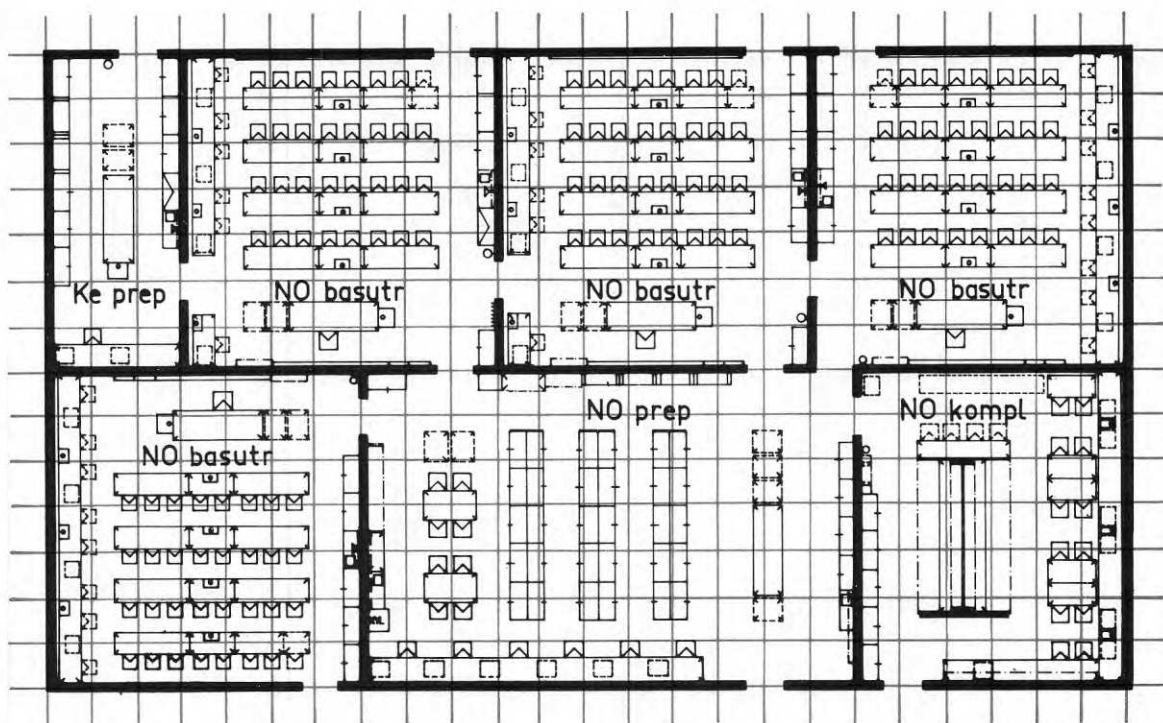


Fig 14 Institutioner för naturorienterande ämnen, H-stadiet, 6p.  
 Basutrymme 84 M x 84 M, komplementutrymme 84 M x 72 M, utrymme  
 för läromedel och prep. biologi och fysik 84 M x 132 M,  
 prep. kemi 84 M x 36 M. Skala 1:200

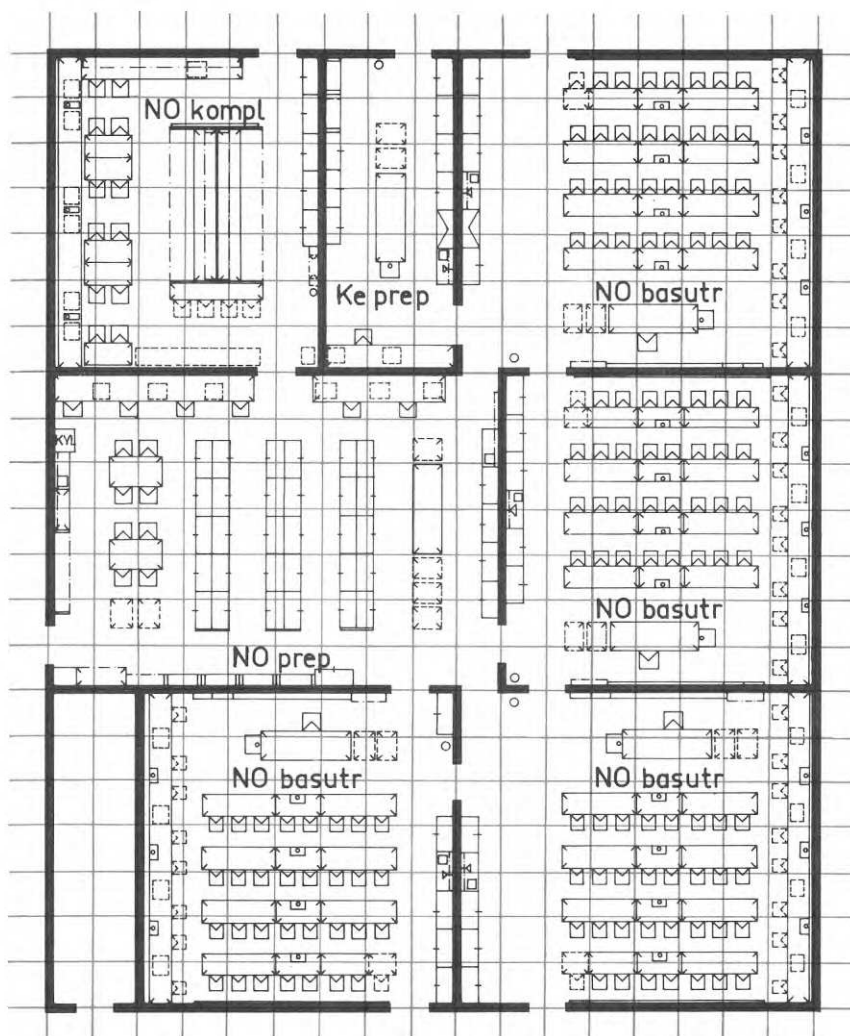


Fig 15 Institutioner för naturorienterande ämnen, H-stadiet, 6p.  
 Basutrymme 84 M x 84 M alt. 84 M x 96 M, kompl.utrymme  
 84 M x 72 M, utrymme för läromedel och prep. biologi  
 och fysik 84 M x 120 M, prep. kemi 84 M x 36 M.  
 Skala 1:200

24. Studiehall, exempel

Storleken på basutrymmen och komplementutrymmen och den totala undervisningsytans fördelning dem emellan kan variera. För komplementutrymmen av typ studiehall är dimensioneringen inte som för typrummen baserad på preciserade funktions- och måttkrav. Istället utgör det valda lokalprogrammet, den valda planorganisationen, akustiskt betingade krav, modulsamordningsregler och preferensmått på spännvidder de dimensionerande faktorerna.

Komplementutrymmenas ytor har i testplanerna gjorts så stora som lokalprogramnormerna tillåter. (Se 21.2). På H-stadiet har lokalprogramytan för komplementutrymmet sammanslagits med utrymme för läromedel och utrymme för bibliotekarie.

Studiehallen är avsedd att disponeras av samtliga klasser i samråd med berörda lärare och utnyttjas för enskilda studier eller arbete i grupper av varierande storlek, dock högst 10 personer. Utrymme för läromedel, lärararbetsplatser och anordningar för bildvisning, utan krav på mörkläggningsbör finnas.

Vid utformning, möblering och användning av lokalen måste hänsyn tas till akustiska krav (se 7 AKUSTIK). Som dimensioneringsunderlag kan förutsättas 0,35 personer per m<sup>2</sup> bruttoyta.

Underlag för de redovisade möbleringsförslagen har varit av SÖ uppställda möbelförteckningar, tillsammans med de akustiska riktlinjer som framkommit under utredningsarbetet. Inredningen avses vara flexibel, men givetvis bör elever och lärare i första hand välja en för sysselsättningen lämplig arbetsplats, först i andra hand möblera om. Möbleringsförslagen har utgått från att studieenheter med likartade aktiviteter bör förläggas intill varandra. De grupper som är bullrande och okänsliga för ljud placeras så centralt som möjligt, sådana som är tysta och känsliga för ljud placeras i en del av hallen, medan de grupper som är tysta och okänsliga för ljud har förutsatts förlagda till övriga utrymmen i studiehallen. Den akustiskt betingade fördelningen av aktiviteter är på möbleringsexemplen redovisade med olika färger enligt bildtext.

Möbelförteckningen är icke generell utan gäller endast för de illustrerade inredningsförslagen som exempel på inredning för studiehall.

Vissa speciella krav kan ur akustisk synpunkt ställas på inredningens utformning. Höjden på inredningsdetaljer, som bokhyllor, skåp, skärmar etc bör således ej överstiga 1,4 m. Denna maximalhöjd, som motiveras i avsnitt 7 AKUSTIK, är lämplig även ur såväl pedagogisk som brandutrymnings synpunkt, då den samtidigt tillgodoser kravet på överblickbarhet i hallen och möjliggör viss visuell avskärmning. Höga skåp placeras utmed väggarna.

Ur brandskyddssynpunkt bör även uppmärksammas att hela studiehallen betraktas som utrymningsväg. Fria passagevägar måste sålunda finnas.

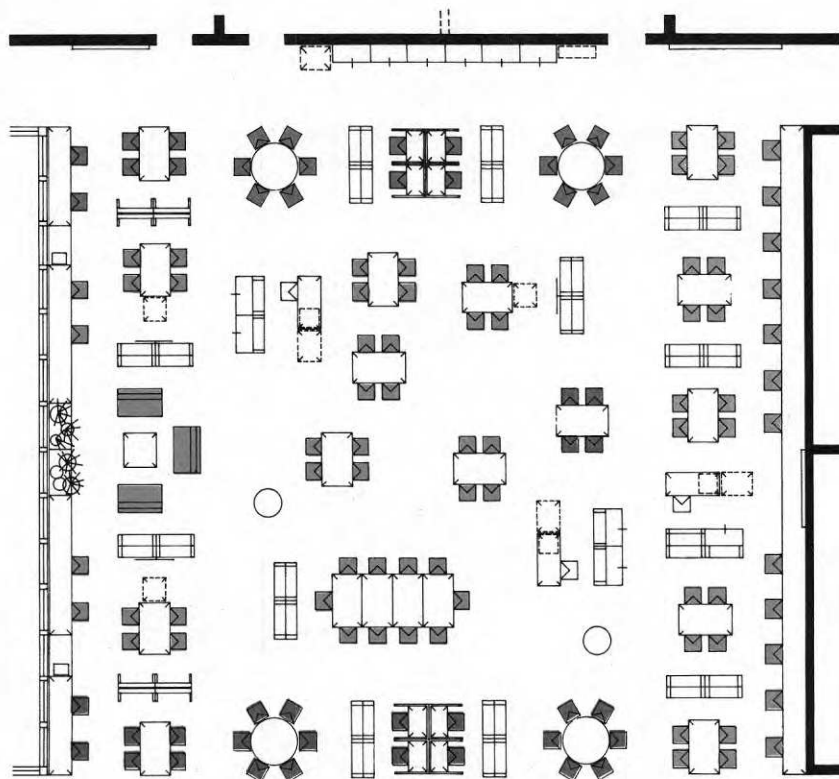
Speciella synpunkter på belysning, akustik och klimat i studiehallar redovisas i respektive avsnitt.

Det bör understrykas, att planeringen och utformningen av studiehallen på grund av den stora mängden ingående element innebär stora svårigheter, och att samordningen av rummets dimensioner, ljus, utblickar, installationer, fasta inredning och inte minst färgsättning, textilier och olika möbelenheter till en uppfattbart meningsfull enhet är en krävande gestaltningsuppgift.

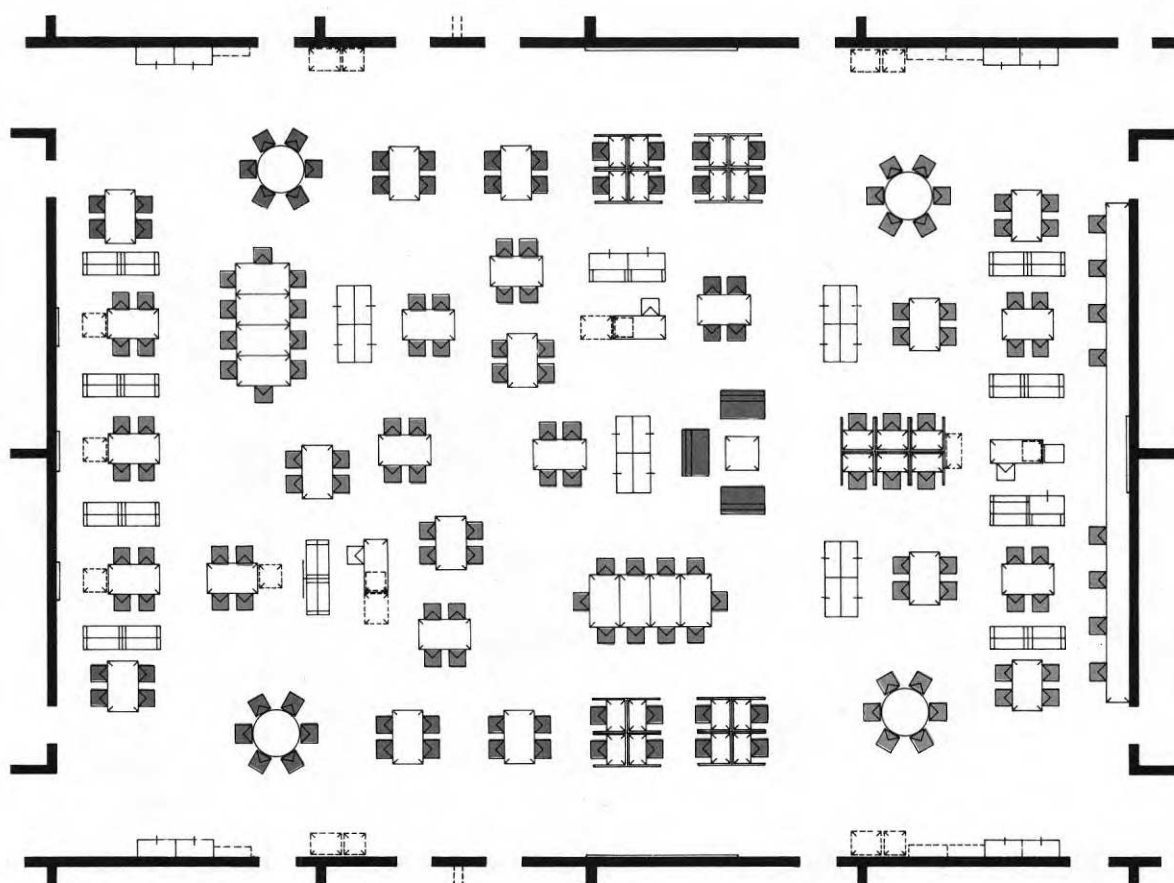
| LITT  | INREDNINGSELEMENT                                  | ANTAL                     | ANTAL                   |
|-------|--|---------------------------|-------------------------|
|       |  | Testplan<br>IM2,<br>2p IM | Testplan<br>H1,<br>6p H |
| 01.14 | Arbetsbord, 80x140 cm                              | 19                        | 33                      |
| 01.15 | Lärbord, skrivbord för bibliotekarie,<br>60x140 cm | 3                         | 3                       |
| 01.31 | Studiebås, 90x90 cm                                | 8                         | 22                      |
| 01.37 | Arbetsbord, $\emptyset$ 120 cm                     | 4                         | 4                       |
| 01.38 | Bord för arbetsprojektor, 60x60 cm                 | 3                         | 4                       |
| 01.39 | Soffbord, 90x90 cm                                 | 1                         | 1                       |
| 02.03 | Arbetsbänk   | x                         | x                       |
| 03.03 | Plats för bokvagn, 40x90 cm                        | -                         | 1                       |
| 03.04 | Plats för rullbord, 60x80 cm                       | 4                         | 6                       |
| 04.06 | Naturkunskapsbänk, 60x100 cm                       | 2                         | -                       |
| 05.08 | Lärrarstol   | 3                         | 3                       |
| 05.09 | Elevstol   | 122                       | 174                     |
| 05.18 | Soffa för 2 elever                                 | 3                         | 3                       |
| 06.05 | Skåp, 45x100 cm, höjd 210 cm                       | 12                        | 8                       |
| 06.17 | Skåp, 45x100 cm, höjd 140 cm                       | 5                         | 19                      |
| 06.27 | Katalogskåp  | -                         | 1                       |
| 06.42 | Folio- och tidskriftshylla, 45x100 cm              | 1                         | 1                       |
| 06.47 | Bokhylla, 30x100 cm, höjd 140 cm                   | 50                        | 36                      |
| 07.01 | Skrivtavla, längd 100 cm                           | 2                         | 3                       |
| 07.03 | Anslagstavla, längd 100 cm                         | 10                        | 10                      |
| 07.13 | Arbetsskärm, längd 100 cm, höjd 140 cm             | 8                         | -                       |
| 07.14 | Projektionsyta, längd 100 cm                       | 3                         | 4                       |
| 07.15 | Annonspelare                                       | 2                         | -                       |
| 07.16 | Kartställ  | 2                         | 6                       |
| 08.12 | Diskbänk, 60x100 cm                                | 2                         | -                       |

Tabell 4 Exempel på inredningsenheter i studiehall





Exempel på studiehall, 2p IM-skola



Exempel på studiehall, 6p H-skola

Aktivitetens karaktär:

■ bullrande/okänslig

■ tyst/okänslig

■ tyst/känslig

Fig 16 Exempel på akustiskt betingad fördelning av aktiviteter i en studiehall. Skala 1:200

25. Litteraturförteckning

- Ahrbom, N m fl                   Tidskriften Byggmästaren. Artiklar om bygglådor. AB Byggmästarens förlag, Stockholm 1970
- Andersen, P R m fl               Midtjyllandsplanen. Skolebyggeri under Midtjyllandsplanens puljeordning. Udviklingsrapport 1970  
Lars Jacobsen & Søn's boghandel, Randers, Danmark. 1970
- Antoni, N                           Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan. Rapport 50/69  
Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm 1969
- Barnstugeutredningen           Innehåll och metoder i förskoleverksamheten. Diskussions-PM från 1968 års barnstugeutredning. Allmänna Förlaget, Stockholm. 1971
- Budde, F, Theil, H W           Schulen. Handbuch für die Planung und Durchführung von Schulbauten. Verlag Georg D W Callwey, München. 1969
- Built Environment               The primary school. Nr 2. London May 1972
- Council of Educational Facility Planners   Guide for planning educational facilities. Ohio, 1969
- Diamant, Berger R, Lacombe, P           L'architecture et l'enfance.  
L'architecture d'aujourd'hui. NR. 154  
92 - Boulogne-sur-Seine, France 1971
- Educational Facilities Laboratories, (EFL)   SCSD: The Project and the Schools Educational Facilities Laboratories, New York 1967
- Form                               Nr 9-10 Specialnummer. Öppna skolan. 1971
- Franklin, B                       Skolbyggnad i stål. Publikation 27  
Stålbyggnadsinstitutet. Stockholm 1971
- Fynsplanen fort-sætter           Rationelt skolebyggeri. Centralkontoret for praktiserende arkitekter på Fyn. Odense 1971
- Gran, B (red)                   De öppna skolorna i Malmöregionen. Problembelysning och tvärvetenskaplig metodutveckling. Lärarhögskolan, Malmö 1972
- Gross, R, Murphy, J           Educational Change and Architectural Consequences. EFL, New York, 1968
- Göteborgs allmänna skolstyrelse           Nya skolor i Göteborg. Göteborgs allmänna skolstyrelse. 1971

- Göteborgs Förorter Rationellt skolbyggande. Förortsförbundets skolbyggnadskommitté. Göteborg 1968
- Husén, T Utbildning år 2000. Bonniers, Stockholm 1971
- Inrikesdepartementet, Servicekommittén Boendeservice 6. Strukturstudien - tio uppsatser om samhällsförändringar som påverkar boendeservice. Allmänna Förlaget. 1971
- Johansson, L Utbildning: resonerande del. Låginkomstutredningen. Stockholm 1970
- Kirke- og Undervisningsdepartementet Erfa. Skolelandskapet. Oslo maj 1969
- af Klercker, J  
Mattsson, M  
Åhlund, O Programunderlag för ungdomslokaler. Rapport R45:1971 Byggforskningen, Stockholm 1971
- Kungl. Skolöverstyrelsen Läraoplan för grundskolan Lgr 69, del 1. Skolöverstyrelsen. Utbildningsförlaget, Stockholm 1969
- Skolbyggnader, del 1 och 2 med tillägg Kungl. Skolöverstyrelsens skriftserie nr 20, Stockholm 1969
- Provisoriska, alternativa normer för beräkning av lokalbehov för grundskolan med kommentarer, låg- och mellanstadium och högstadium. Skolöverstyrelsens skriftserie skolbyggnader. Utbildningsförlaget. Stockholm 1970
- Råd och anvisningar i skyddsfrågor i skolan. Skolöverstyrelsens skriftserie skolbyggnader. Utbildningsförlaget. Stockholm 1971
- Skolhus. Informationsserie om planering och användning av skollokaler. Utbildningsförlaget, Stockholm 1971/72
- Larsson, C T SER School Environments Research  
SER 1 Environmental Abstracts  
SER 2 Environmental Evaluations  
SER 3 Environmental Analysis  
Educational Facilities Laboratories, Inc., New York. The University of Michigan 1965
- The Effect of Windowless Classrooms on Elementary School Children  
University of Michigan EFL. 1965

- Larsen, O,  
Lindal, O                   Åpne skoler. Forsøksrådet, Oslo 1971
- Malmö skolstyrelse           Pedagogiskt underlag för SAMSKAP. 1969
- Miljögruppen, Malmö       Södra Fosie centrum, Lindängen-projektet  
Drätselkontoret. Malmö 1969
- Ottoson, E,  
Stephansson, I            Det nya kontoret. Bokförlaget Prisma,  
Stockholm 1967
- Persson, B                   Visuella faktorer i skolmiljö. Några  
gruppförsök i rum med varierad utsikt  
och dekoration. Chalmers tekniska högskola,  
avd för byggnadskonstruktion. Göteborg 1970
- Riverside County  
Board                      Windowless classroom study. Controlled  
Physical Classroom Environments and Their  
Effects Upon Elementary School Children  
Riverside County Board of Education,  
California 1964
- Rodhe, B,  
Rudvall, G                 Fortsatt reform av grundskolan: Två idé-  
program. Pedagogisk-psykologiska problem,  
nr 116. Lärarhögskolan. Malmö 1970
- Rodhe, B                    Pedagogiska utvecklingsblocket i Malmö.  
Utbildning och utveckling, 1970:2  
Lärarhögskolan. Malmö 1970
- Rudvall, G                 Flexibel skola - flexibel undervisning.  
Pedagogisk orientering och debatt 39.  
Utbildningsförlaget. Stockholm 1972
- Skillius, E                 NOVA rapport  
Kalmar stads skolstyrelse. 1971
- Socialstyrelsen            Barnstugor och skollokaler. Allmänna För-  
laget. Stockholm 1970
- Statens institut för  
byggnadsforskning        Kontorslandskap 1 - en inventering  
Informationsblad 5/69. Byggnadsforskningen.  
Stockholm 1969
- Kontorslandskap 2 - en inventering. B5:1970  
Byggnadsforskningen. Stockholm 1970
- Stiftelsen Hyres-  
bostäder                   Brickebacken - servicecentrum  
Stiftelsen Hyresbostäder, Örebro. 1970
- Strömdahl, I                Tekniska byten. Svenska Brandförsvars-  
föreningen. Stockholm 1971
- Stockholms stads-  
byggnadskontor            Planfaktorer 70. Stockholm 1971

Svenska Teknolog-  
föreningen -  
Ingenjörssförbundet  
TLI

Lokalplanering för skolan. Kompendium  
STF-TLI kursverksamhet. 1971

Thornberg, B

Samskapskolor  
Bror Thornberg Arkitektkontor AB  
Malmö 1969

Wolgers, B,  
Wiedling, K

Kontorsmiljöutredningen I Attityder till  
kontorslandskaps- och storrumsmiljö  
Personaladministrativa rådet, Stockholm  
1970

Kontorsmiljöutredningen II Attityder och  
stress vid kontorets miljöbyte  
Personaladministrativa rådet, Stockholm  
1971

Kontorsmiljöutredningen III Anpassning  
till storrumsmiljö  
Personaladministrativa rådet, Stockholm  
1971

### 3 KONSTRUKTIONER

#### 31. Förutsättningar

I rapport 50/69 redovisades vissa kostnadsstudier avseende byggnader i 1-3 våningar och med husdjup varierande mellan 84 M och 300 M (se häfte 3 och 6). För 1-våningsbyggnader med tvärgående primärbalkar angavs de optimala pelaravstånden (avstånd mellan primärbalkar) ligga mellan 72 M och 96 M vid rumsdjup omkring 84 M.

En serie studier har genomförts för att undersöka i vad mån dessa optima, vilka legat som underlag för val av preferensmått (häfte 3, Modulsamordning och preferensmått) förändras med de i föreliggande rapport redovisade förändrade planeringsförutsättningarna, framför allt koncentrationen till 1-våningsbyggnader och de större spännvidderna och i övrigt ändrade förhållandena i samband med studiehallar. Undersökningarna har genomförts som en serie konstruktionsexempel, varvid testplanernas konstruktiva system utformats och beräknats vid olika pelaravstånd, spännvidder och materialkombinationer och jämförelsekostnader har beräknats för de olika alternativen.

En mindre omfattande konstruktionsstudie har gjorts för 1-våningsbyggnader med annat husdjup än testplanernas och för en 2-våningsbyggnad.

Förutom som underlag för kostnadsberäkningar och för val av preferensmått har konstruktionsstudierna tjänat som underlag för övriga konsulters arbete vid undersökningar avseende installationer, belysning och akustik och för studier av anslutningspunkter mellan olika byggnadsdelar och deras relation till modulkonstruktionsnät. Detta har medfört att studierna i detaljeringshänseende i många avseenden drivits avsevärt längre än vad som skulle erfordrats uteslutande för studier av kostnader och preferensmått.

#### 32. Konstruktionsalternativ

De studerade testplanerna är 1-våningsbyggnader med husdjupen 384 M och 468 M. Övriga i mindre omfattning studerade 1-våningsbyggnader har husdjupen 192 M, 252 M, 300 M, 432 M och 552 M, studerad 2-våningsbyggnad husdjupet 384 M. Planunderlaget finns redovisat under 21.3, fig 5. Undervisningslokaler av konventionell storlek har placerats på ömse sidor om en centralt placerad studiehall. Detta gäller ej för husdjupet 192 M.

Studier av byggnader med husdjupet 432 M, som bygger på multipel av 72 M i mittzonen (3 x 72 M), fullföljdes ej av skäl som redovisats under 21.2 Riktlinjer för testplanernas utformning, eftersom detta djup inordnade sig sämre i Bygglådans måttssystematik.

Fem principiellt olika konstruktionssystem har studerats:

1-våningsbyggnader med primärbalkar vinkelrätt mot byggnadens längdriktning

med fribärande konstruktion över hela byggnaden vid de mindre husdjupen (192 M och 252 M) resp över den centrala byggnadskroppen vid större husdjup, och sammanhängande horisontell takyta över hela byggnaden, möjliggörande kontinuerliga balkar,

med förhöjd, fribärande konstruktion över den centrala byggnadskroppen vid testplanernas husdjup,

med takkonstruktionen avlastad på en eller flera pelarrader.

2-våningsbyggnader

med pelar-balk-system orienterade med primärbalkarna vinkelrätt mot byggnadens längdriktning,

med pelar-balk-system orienterade med primärbalkarna parallellt med byggnadens längdriktning.

Endast konstruktionsalternativ utan bärande väggar har studerats. Avståndet mellan systemlinjer för pelare och sådana för väggar är 6 M.

De studier som haft testplanerna (husdjupen 384 M och 468 M) som underlag har omfattat olika materialkombinationer, med pelare och balkar av resp trä, stål och betong. Betongalternativen har studerats med alternativt lätt och tung takkonstruktion, den lätta bestående av stålåsar täckta av korrugerad plåt, den tunga av planparallella hålbjälklagselement. För konstruktionsalternativen med pelare och balkar av stål och trä har endast lätt takkonstruktion studerats. Av hänsyn till akustiska krav har alternativen med förhöjd mittdel även studerats med balkar av fackverkskonstruktion.

För studierna har förutsatts plana, horisontella tak, med som ovan nämnts taket antingen på samma nivå över hela byggnaden eller med en förhöjd mittdel. I det senare fallet kan taket tänkas förhöjt antingen endast över vissa utrymmen i byggnadens centrala del - exempelvis studiehall och NO-block - eller över mittdelen i byggnadens hela längd. De olika konstruktionsalternativen med horisontellt tak utan mellanstöd i mittskeppet betecknas A-C, där helt plant tak benämns A, förhöjd mittdel benämns B, dito med fackverksbalk benämns C. Plant tak med mellanstöd i mittdelen benämns D. Ett betongalternativ med lutande tak utan mellanstöd i mittskeppet, benämns E. Alternativen redovisas i fig 17.

Slutligen har också en utformning prövats, som utnyttjar fördelen med kontinuerliga balkar och samtidigt möjliggör dagsljusbelysning av lokaler i byggnadens mittzon. Detta alternativ har en stomtyp enligt A eller D och längsgående lanterner, vilka till storlek och läge motsvarar de högtsittande fönstren i konstruktionerna B och C.

Övriga i fig 5 visade planorganisationer har studerats ur konstruktiv synpunkt; dock beträffande 1-våningsbyggnader endast

med avseende på stålstommar och helt plant tak, och beträffande 2-våningsbyggnad endast med avseende på (efter ekonomiska överväganden) valda system och material.

### 33. Tekniska och ekonomiska konsekvenser av studerade alternativ

Ett fyrtiotal konstruktionsalternativ har studerats. Kostnaderna har beräknats för samtliga alternativ, och har omfattat alla kostnader för material, tillverkning och montering av den bärande stommens pelare och balkar samt takkonstruktionen. Kostnaderna svarar mot prisnivån i stockholmsregionen i mars 1970. I jämförelserna har med undantag för 2-våningsbyggnad kostnader för grundläggningen lämnats obeaktade; tidigare utförda studier visar att dessa minskar obetydligt vid ökat pelaravstånd. För 2-våningsbyggnad innefattas kostnader för grundplatta med inspänningsholkar vid fasadpelare resp grundsulor för innerpelare. Grundläggningen har beräknats med utgångspunkt från friktionsmaterial (morän) med normalt god bärighet. Varje avsteg från detta material i undergrunden medför ökade grundläggingskostnader. I vissa fall ökar grundläggingskostnaden så mycket att preferensmått för ekonomiskt pelaravstånd förskjuts uppåt.

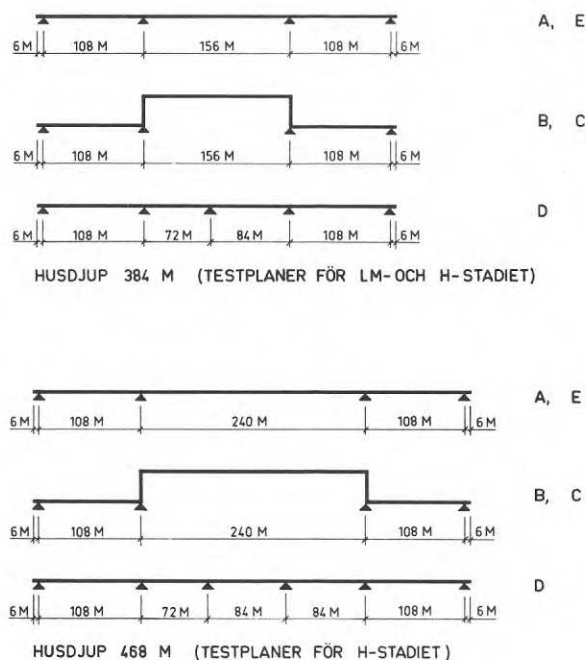


Fig 17 Studerade konstruktionssystem. Skala 1:800



I inget fall har hänsyn tagits till den med olika konstruktionshöjd varierande byggnadshöjden, vilken kan ge upphov till förhållandevis stora kostnadsdifferenser i de fall byggnadsvolymer måste ökas för ett konstruktionsalternativ i relation till ett annat. I regel ger större pelaravstånd än 108 M orimligt stora balkdimensioner i förhållande till våningshöjden och därmed sammanhängande byggnadsvolymer; ökade pelaravstånd medför minskade grundläggningkostnader men samtidigt ökade kostnader med hänsyn till större byggnadsvolymer.

Sammanfattningsvis redovisas i tabeller, fig 18-23, de beräknade pelar-, balk- och åsdimensionerna samt beräknade stomkostnader i kr/m<sup>2</sup> för de olika planalternativen (spännvidderna), konstruktionsalternativen, materialkombinationerna och pelaravstånden. Den mer omfattande studien, baserad på testplaner, har uppdelats efter stommaterial, så att i den första tabellen redovisas stommar av stål, i de tre följande stommar av trä, stommar av betong med lätta tak resp stommar av betong med tunga tak, samtliga avseende 1-våningsbyggnader. Slutligen redovisas dimensioner och kostnader för vissa stommar, som bygger på övrigt i fig 5 visat planunderlag.

|   | PELAR-<br>AVST<br>c/c | PROFIL PELARE |          | PROFIL BALK   |                           | ÅSAR<br>c/c<br>24 M | KOSTN<br>kr/m <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|---------------|----------|---------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
|   |                       | P1            | P2       | B1            | B2                        |                     |                            |
| A | 72 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | HSI 600-4-225 | HSI 600-4-225             | IPE 180             | 37.80                      |
|   | 84 M                  | HE 100 A      | HE 160 A | HSI 700-4-225 | HSI 700-4-225             | IPE 200             | 37.30                      |
|   | 96 M                  | HE 100 A      | HE 160 A | HSI 800-4-225 | HSI 800-4-225             | IPE 220             | 37.50                      |
| B | 72 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | HSI 600-3-200 | HSI 800-4-250             | IPE 180             | 38.10                      |
|   | 84 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | HSI 600-3-225 | HSI 800-4-275             | IPE 200             | 37.70                      |
|   | 96 M                  | HE 120 A      | HE 160 A | HSI 600-3-250 | HSI 900-4-275             | IPE 220             | 37.60                      |
| C | 72 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | HSI 600-3-200 | SWL 8-42-11 <sup>1)</sup> | IPE 180             | 41.10                      |
|   | 84 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | HSI 600-3-225 | SWL 8-49-11 <sup>1)</sup> | IPE 200             | 40.30                      |
|   | 96 M                  | HE 120 A      | HE 160 A | HSI 600-3-250 | SWL 8-57-14 <sup>1)</sup> | IPE 220             | 40.80                      |
| D | 72 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | IPE 400       | IPE 400                   | IPE 180             | 38.10                      |
|   | 84 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | IPE 400       | IPE 400                   | IPE 200             | 36.90                      |
|   | 96 M                  | HE 100 A      | HE 140 A | IPE 450       | IPE 450                   | IPE 220             | 37.70                      |

1) b = 300 mm  
h = 738 mm

HUSDJUP 384 M

|   |      |          |          |                |                             |         |       |
|---|------|----------|----------|----------------|-----------------------------|---------|-------|
| A | 72 M | HE 100 A | HE 160 A | HSI 900-5-250  | HSI 900-5-250               | IPE 180 | 40.50 |
|   | 84 M | HE 100 A | HE 180 A | HSI 1000-5-275 | HSI 1000-5-275              | IPE 200 | 40.90 |
|   | 96 M | HE 100 A | HE 180 A | HSI 1000-5-275 | HSI 1000-5-275              | IPE 220 | 40.40 |
| B | 72 M | HE 100 A | HE 140 A | HSI 600-3-200  | HSI 1200-5-300              | IPE 180 | 41.00 |
|   | 84 M | HE 100 A | HE 160 A | HSI 600-3-225  | HSI 1400-5-300              | IPE 200 | 41.60 |
|   | 96 M | HE 120 A | HE 160 A | HSI 600-3-250  | HSI 1400-5-350              | IPE 220 | 40.40 |
| C | 72 M | HE 100 A | HE 140 A | HSI 600-3-200  | SWL 10-99-19 <sup>1)</sup>  | IPE 180 | 50.40 |
|   | 84 M | HE 100 A | HE 160 A | HSI 600-3-225  | SWL 10-113-19 <sup>1)</sup> | IPE 200 | 49.50 |
|   | 96 M | HE 120 A | HE 160 A | HSI 600-3-250  | SWL 10-134-22 <sup>1)</sup> | IPE 220 | 50.20 |
| D | 72 M | HE 100 A | HE 140 A | IPE 400        | IPE 400                     | IPE 180 | 38.80 |
|   | 84 M | HE 100 A | HE 140 A | IPE 400        | IPE 400                     | IPE 200 | 37.50 |
|   | 96 M | HE 100 A | HE 140 A | IPE 450        | IPE 450                     | IPE 220 | 38.30 |

1) b = 300 mm  
h = 975 mm

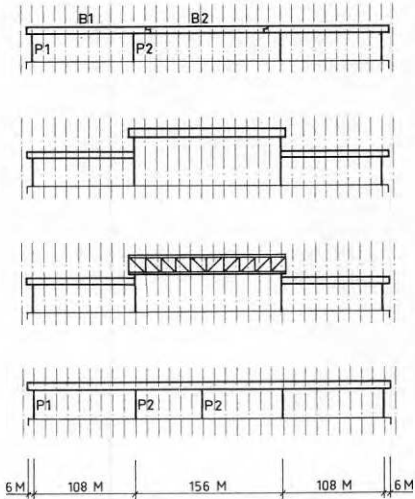
HUSDJUP 468 M

Fig 18 Dimensioner och kostnader för stommar av stål

Primärbalkarna har dimensionerats så att nedböjningarna i fackens mitt begränsas till  $1/600 - 1/400$  av spännvidden. Skala 1:800

|   | PELAR-<br>AVST<br>c/c | PROFIL PELARE  |                | PROFIL BALK    |                     | ÅSAR c/c 24 M     |         | KOSTN <sup>2)</sup><br>kr/m <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|---------|--|
|   |                       | P1             | P2             | B1             | B2                  | TRÄ <sup>1)</sup> | STÅL    |  |
| A | 72 M                  | L 136 x<br>214 | L 166 x<br>214 | L 214 x<br>666 | L 214 x<br>666      | L 90 x<br>333     | IPE 180 | 46.60                                    |
|   | 84 M                  | 214            | 214            | 700            | 700                 | 366               | IPE 200 | 44.40                                    |
|   | 96 M                  | 214            | 214            | 766            | 766                 | 433               | IPE 220 | 44.00                                    |
| B | 72 M                  | L 166 x<br>214 | L 266 x<br>214 | L 214 x<br>600 | L 214 x<br>933      | L 90 x<br>333     | IPE 180 | 49.20                                    |
|   | 84 M                  | 214            | 214            | 633            | 986                 | 366               | IPE 200 | 46.90                                    |
|   | 96 M                  | 214            | 214            | 680            | 1066                | 433               | IPE 220 | 46.00                                    |
| C | 72 M                  | L 166 x<br>214 | L 266 x<br>214 | L 214 x<br>600 | Fackv 168 x<br>1800 | L 90 x<br>333     | IPE 180 | 43.80                                    |
|   | 84 M                  | 214            | 214            | 633            | 1800                | 366               | IPE 200 | 42.20                                    |
|   | 96 M                  | 214            | 214            | 680            | 1800                | 433               | IPE 220 | 42.00                                    |
| D | 72 M                  | L 166 x<br>165 | L 166 x<br>165 | L 165 x<br>666 | L 165 x<br>666      | L 90 x<br>333     | IPE 180 | 40.60                                    |
|   | 84 M                  | 165            | 165            | 733            | 733                 | 366               | IPE 200 | 39.10                                    |
|   | 96 M                  | 165            | 165            | 766            | 766                 | 433               | IPE 220 | 39.00                                    |

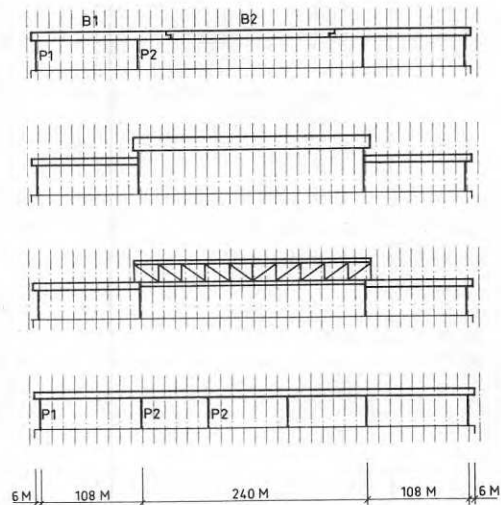
1) mått i mm  
2) gäller för åsar av stål



HUSDJUP 384 M

|   |      |                |                |                |                     |               |         |       |
|---|------|----------------|----------------|----------------|---------------------|---------------|---------|-------|
| A | 72 M | L 136 x<br>214 | L 166 x<br>214 | L 214 x<br>966 | L 214 x<br>966      | L 90 x<br>333 | IPE 180 | 55.90 |
|   | 84 M | 214            | 214            | 1066           | 1066                | 366           | IPE 200 | 54.30 |
|   | 96 M | 214            | 214            | 1133           | 1133                | 433           | IPE 220 | 52.30 |
| B | 72 M | L 166 x<br>214 | L 266 x<br>214 | L 214 x<br>600 | L 214 x<br>1394     | L 90 x<br>333 | IPE 180 | 58.00 |
|   | 84 M | 214            | 214            | 633            | 1480                | 366           | IPE 200 | 54.90 |
|   | 96 M | 214            | 214            | 680            | 1580                | 433           | IPE 220 | 53.40 |
| C | 72 M | L 166 x<br>214 | L 266 x<br>214 | L 214 x<br>600 | Fackv 168 x<br>2750 | L 90 x<br>333 | IPE 180 | 45.90 |
|   | 84 M | 214            | 214            | 633            | 2750                | 366           | IPE 200 | 44.20 |
|   | 96 M | 214            | 214            | 680            | 2750                | 433           | IPE 220 | 43.70 |
| D | 72 M | L 166 x<br>165 | L 166 x<br>165 | L 165 x<br>666 | L 165 x<br>666      | L 90 x<br>333 | IPE 180 | 40.70 |
|   | 84 M | 165            | 165            | 733            | 733                 | 366           | IPE 200 | 39.10 |
|   | 96 M | 165            | 165            | 766            | 766                 | 433           | IPE 220 | 39.00 |

1) mått i mm  
2) gäller för åsar av stål



HUSDJUP 468 M

Fig 19 Dimensioner och kostnader för stommar av limträ (I400)

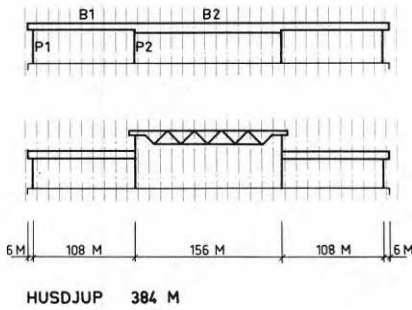
Primärbalkarna har dimensionerats så att nedböjningarna i fackens mitt begränsas till 1/600 - 1/400 av spännvidden. Skala 1:800

|               | PELAR-<br>AVST<br>c/c | PROFIL PELARE |           | PROFIL BALK |            | ÅSAR<br>c/c<br>24 M | KOSTN<br>kr/m <sup>2</sup> |
|---------------|-----------------------|---------------|-----------|-------------|------------|---------------------|----------------------------|
|               |                       | P1            | P2        | B1          | B2         |                     |                            |
|               | 72 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/50    | IB 30/70   | IPE 180             | 37.40                      |
|               | 84 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/60    | IB 30/90   | IPE 200             | 38.10                      |
|               | 96 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/60    | IB 30/90   | IPE 220             | 36.90                      |
|               | 72 M                  | RPA 20x20     | RPA 25x30 | RB 20/50    | IB 30/70   | IPE 180             | 37.80                      |
|               | 84 M                  | RPA 20x20     | RPA 25x30 | RB 20/60    | IB 30/90   | IPE 200             | 38.50                      |
|               | 96 M                  | RPA 20x20     | RPA 25x35 | RB 20/60    | IB 30/90   | IPE 220             | 37.80                      |
|               | 72 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/50    | RB 20/40   | IPE 180             | 35.60                      |
|               | 84 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/60    | RB 20/50   | IPE 200             | 36.20                      |
|               | 96 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | RB 20/60    | RB 20/50   | IPE 220             | 35.20                      |
|               | 72 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | TAB 25/67   | SIB 25/105 | IPE 180             | 36.80                      |
|               | 84 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | TAB 25/67   | SIB 25/105 | IPE 200             | 35.00                      |
|               | 96 M                  | RPA 20x20     | RPA 20x30 | TAB 25/71   | SIB 25/105 | IPE 220             | 34.40                      |
|               |                       |               |           |             |            |                     |                            |
| HUSDJUP 384 M |                       |               |           |             |            |                     |                            |

|               |      |           |           |           |              |         |       |
|---------------|------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------|-------|
|               | 72 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | RB 20/50  | IB 40/110    | IPE 180 | 43.00 |
|               | 84 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | RB 20/60  | IB 40/110    | IPE 200 | 41.80 |
|               | 96 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | RB 20/60  | IB 45/110    | IPE 220 | 41.80 |
|               | 72 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | RB 20/50  | IB 40/110    | IPE 180 | 43.40 |
|               | 84 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | RB 20/60  | IB 40/110    | IPE 200 | 42.10 |
|               | 96 M | RPA 20x20 | RPA 25x35 | RB 20/60  | IB 45/110    | IPE 220 | 41.50 |
|               | 72 M | RPA 20x20 | RPA 20x30 | RB 20/50  | RB 20/40     | IPE 180 | 35.50 |
|               | 84 M | RPA 20x20 | RPA 20x30 | RB 20/60  | RB 20/50     | IPE 200 | 36.00 |
|               | 96 M | RPA 20x20 | RPA 20x30 | RB 20/60  | RB 20/50     | IPE 220 | 35.00 |
|               | 72M  | RPA 20x20 | RPA 25x30 | TAB 25/67 | SIB 30/160-2 | IPE 180 | 39.40 |
|               | 84M  | RPA 20x20 | RPA 25x30 | TAB 25/67 | SIB 30/160-2 | IPE 200 | 37.30 |
|               | 96 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | TAB 25/71 | SIB 30/160-2 | IPE 220 | 36.40 |
|               |      |           |           |           |              |         |       |
| HUSDJUP 468 M |      |           |           |           |              |         |       |

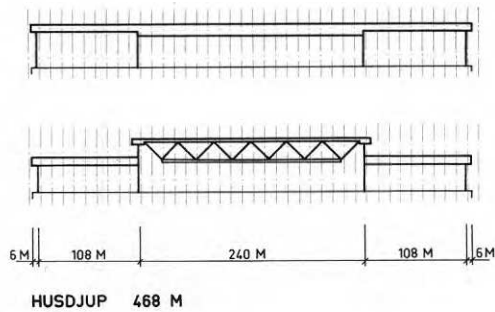
Fig 20 Dimensioner och kostnader för stommar av betong med lätt tak

Primärbalkarna har dimensionerats så att nedböjningarna i fackens mitt begränsas till 1/1000 - 1/600 av spännvidden. RB, IB och RPA är AB Strängbetongs litterabeteckningar, TAB och SIB A-betongs. Skala 1:800



| PELAR-<br>AVST<br>c/c | PROFIL PELARE |           | PROFIL BALK |           | HÅLDÄCK                          | KOSTN<br>kr/m <sup>2</sup> |        |
|-----------------------|---------------|-----------|-------------|-----------|----------------------------------|----------------------------|--------|
|                       | P1            | P2        | B1          | B2        |                                  |                            |        |
| A                     | 60 M          | RPA 20x20 | RPA 25x25   | IBF 30/70 | IBF 40/110                       | HD 120/20                  | 98.50  |
|                       | 72 M          | RPA 20x20 | RPA 25x30   | IBF 30/90 | IBF 40/110                       | HD 120/20                  | 95.60  |
|                       | 84 M          | RPA 25x25 | RPA 25x30   | IBF 30/90 | IBF 40/125                       | HD 120/30                  | 104.10 |
| C                     | 60 M          | RPA 20x20 | RPA 25x30   | IBF 30/70 | Fackv <sup>1)</sup> 350x<br>1200 | HD 120/20                  | 100.80 |
|                       | 72 M          | RPA 20x20 | RPA 25x30   | IBF 30/90 | 1450                             | HD 120/20                  | 99.50  |
|                       | 84 M          | RPA 25x25 | RPA 25x30   | IBF 30/90 | 1600                             | HD 120/30                  | 106.70 |
|                       | 96 M          | RPA 25x25 | RPA 30x35   | IBF 30/90 | 1800                             | HD 120/30                  | 105.50 |

1) mått i mm



|   |      |           |           |           |                                  |           |        |
|---|------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|--------|
| A | 60 M | RPA 20x20 | RPA 25x25 | IBF 30/70 | IBF 45/165                       | HD 120/20 | 105.60 |
|   | 72 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | IBF 30/90 | IBF 50/165                       | HD 120/20 | 105.10 |
|   | 84 M | RPA 25x25 | RPA 25x30 | IBF 30/90 | IBF 55/170                       | HD 120/30 | 114.60 |
| C | 60 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | IBF 30/70 | Fackv <sup>1)</sup> 450x<br>1900 | HD 120/20 | 116.20 |
|   | 72 M | RPA 20x20 | RPA 25x30 | IBF 30/90 | 2100                             | HD 120/20 | 111.30 |
|   | 84 M | RPA 25x25 | RPA 30x35 | IBF 30/90 | 2400                             | HD 120/30 | 118.00 |
|   | 96 M | RPA 25x25 | RPA 30x35 | IBF 30/90 | 2600                             | HD 120/30 | 120.00 |

1) mått i mm

Fig 21 Dimensioner och kostnader för stommar av betong med tungt tak

Nedböjningarna är begränsade till  $1/500$  av spännvidden. Beteckningarna RB, IB och RPA är AB Strängbetongs litterabeteckningar, TAB och SIB A-betongs. Skala 1:800

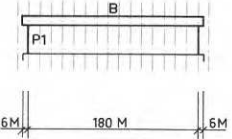
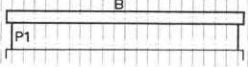
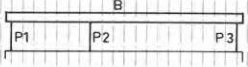
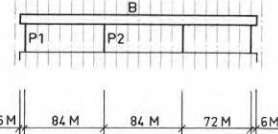
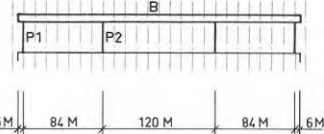
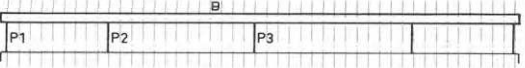
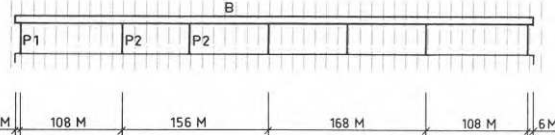
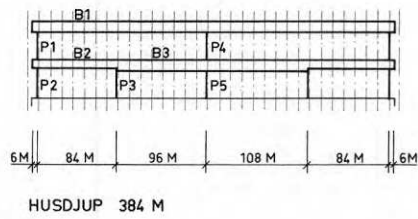
| PELAR-<br>AVST.<br>c/c  | PROFIL PELARE |          |          | PROFIL BALK<br>B | ÅSAR<br>c/c<br>24 M | KOSTN.<br>kr/m <sup>2</sup> |
|---|---------------|----------|----------|------------------|---------------------|-----------------------------|
|   | P1            | P2       | P3       |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 120 A      |          |          | HSI 900-4-275    | IPE 180             | 40:30                       |
| 84 M  | HE 120 A      |          |          | HSI 900-4-275    | IPE 200             | 38:70                       |
| 96 M  | HE 140 A      |          |          | HSI 900-5-300    | IPE 220             | 39:10                       |
|    |               |          |          |                  |                     |                             |
| HUSDJUP 192 M   |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 140 A      |          |          | HSI 1200-5-300   | IPE 180             | 43:50                       |
| 84 M  | HE 140 A      |          |          | HSI 1400-5-300   | IPE 200             | 42:30                       |
| 96 M  | HE 140 A      |          |          | HSI 1400-5-350   | IPE 220             | 43:10                       |
|    |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 120 A | HSI 900-4-200    | IPE 180             | 37:60                       |
| 84 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 120 A | HSI 900-4-225    | IPE 200             | 37:20                       |
| 96 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 120 A | HSI 1000-5-225   | IPE 220             | 37:80                       |
|    |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | IPE 300          | IPE 180             | 34:80                       |
| 84 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | IPE 300          | IPE 200             | 34:00                       |
| 96 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | IPE 330          | IPE 220             | 34:50                       |
|    |               |          |          |                  |                     |                             |
| HUSDJUP 252 M   |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 100 A      | HE 140 A |          | HSI 600-4-150    | IPE 180             | 36:00                       |
| 84 M  | HE 100 A      | HE 140 A |          | HSI 700-4-175    | IPE 200             | 35:20                       |
| 96 M  | HE 100 A      | HE 140 A |          | HSI 800-4-175    | IPE 220             | 35:30                       |
|  |               |          |          |                  |                     |                             |
| HUSDJUP 300 M   |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 160 A | HSI 900-4-200    | IPE 180             | 36:90                       |
| 84 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 160 A | HSI 900-4-225    | IPE 200             | 36:40                       |
| 96 M  | HE 100 A      | HE 140 A | HE 180 A | HSI 900-5-225    | IPE 220             | 36:90                       |
|  |               |          |          |                  |                     |                             |
| 72 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | HSI 600-3-175    | IPE 180             | 34:40                       |
| 84 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | HSI 600-4-175    | IPE 200             | 34:20                       |
| 96 M  | HE 100 A      | HE 120 A |          | HSI 700-4-175    | IPE 220             | 34:30                       |
|  |               |          |          |                  |                     |                             |
| HUSDJUP 552 M   |               |          |          |                  |                     |                             |

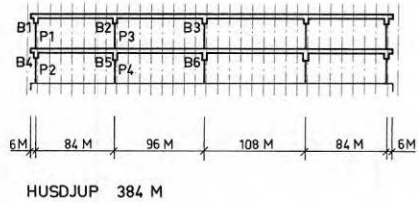
Fig 22 Dimensioner och kostnader för byggnader med husdjup enligt figuren (se även 21.3 o 32.) och stommar av stål. För dessa husdjup har endast konstruktionsalt. med stålstomme och ett helt plant tak studerats.

Primärbalkarna har dimensionerats så att nedböjningarna i fackens mitt begränsats till 1/600 - 1/400 av spännvidden. Skala 1:800.



| PELAR-<br>AVST.<br>c/c | PROFIL PELARE |           |           |           |           | PROFIL BALK    |         |           | ÅSAR<br>c/c<br>24 M | PROFIL BALK |        | BJÄLK-<br>LAG | KOSTN.<br>kr/m <sup>2</sup> |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|---------|-----------|---------------------|-------------|--------|---------------|-----------------------------|
|                        | P1            | P2        | P3        | P4        | P5        | B1             | B2      | B3        |                     |             |        |               |                             |
| 60 M                   | RPα 30/25     | RPα 30/50 | RPα 30/20 | RPα 30/20 | RPα 30/25 | HSI 700-4-250  | IPE 140 | IBF 30/70 | IBF 35/70           | HD 20       | 171.00 |               |                             |
| 72 M                   | RPα 30/25     | RPα 30/60 | RPα 30/20 | RPα 30/20 | RPα 30/30 | HSI 800-4-250  | IPE 180 | IBF 35/70 | IBF 35/90           | HD 30       | 172.80 |               |                             |
| 84 M                   | RPα 30/30     | RPα 30/60 | RPα 30/25 | RPα 40/20 | RPα 40/30 | HSI 900-5-225  | IPE 200 | IBF 35/70 | IBF 35/90           | HD 30       | 168.70 |               |                             |
| 96 M                   | RPα 40/25     | RPα 40/60 | RPα 30/25 | RPα 40/20 | RPα 40/30 | HSI 900-5-250  | IPE 220 | IBF 35/90 | IBF 35/100          | HD 30       | 166.80 |               |                             |
| 108 M                  | RPα 40/25     | RPα 40/60 | RPα 30/30 | RPα 40/20 | RPα 40/40 | HSI 1000-5-250 | IPE 240 | IBF 35/90 | IBF 35/100          | HD 30       | 166.50 |               |                             |

a)



| PELAR-<br>AVST.<br>c/c | PROFIL PELARE |           |           |           | PROFIL BALK |         |         | ÅSAR<br>c/c<br>24 M | PROFIL BALK |            |            | BJÄLK-<br>LAG | KOSTN.<br>kr/m <sup>2</sup> |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-------------|---------|---------|---------------------|-------------|------------|------------|---------------|-----------------------------|
|                        | P1            | P2        | P3        | P4        | B1          | B2      | B3      |                     | B4          | B5         | B6         |               |                             |
| 60 M                   | RPα 30/25     | RPα 30/40 | RPα 25/20 | RPα 25/25 | IPE 200     | IPE 240 | IPE 270 | IPE 240             | RBF 20/50   | RBF 20/60  | RBF 25/60  | HD 30         | 163.60                      |
| 72 M                   | RPα 30/25     | RPα 30/50 | RPα 30/20 | RPα 30/25 | IPE 200     | IPE 300 | IPE 300 | IPE 240             | RBF 20/60   | IBF 35/70  | IBF 35/70  | HD 30         | 163.00                      |
| 84 M                   | RPα 30/30     | RPα 30/50 | RPα 30/20 | RPα 30/30 | IPE 220     | IPE 330 | IPE 330 | IPE 240             | IBF 30/70   | IBF 35/90  | IBF 35/90  | HD 30         | 165.00                      |
| 96 M                   | RPα 30/30     | RPα 30/60 | RPα 30/20 | RPα 30/30 | IPE 240     | IPE 360 | IPE 360 | IPE 240             | IBF 30/70   | IBF 35/90  | IBF 35/90  | HD 30         | 164.30                      |
| 108 M                  | RPα 30/30     | RPα 30/60 | RPα 40/20 | RPα 40/30 | IPE 270     | IPE 400 | IPE 400 | IPE 240             | IBF 35/70   | IBF 35/100 | IBF 35/100 | HD 30         | 169.00                      |

b)

Fig 23 Valda konstruktionsalternativ för 2-våningsbyggnad  
Stomme av betong, takkonstruktion av stål. Skala 1:800

- a) Primärbalkar vinkelrätt mot byggnadens längdriktning  
b) Primärbalkar parallellt med byggnadens längdriktning

Trots att ur tabellerna kan utläsas, att under angivna förutsättningar kostnaderna för stål- och betongstommar ställer sig lägre än de för trästommar samt att kostnaderna för fackverksbalkar ställer sig högre än de för fullprofilsbalkar, kan detta icke tagas till intäkt för val eller rekommendation vid ett konkret projekt. Den slutliga kostnaden påverkas dels starkt av konjunkturer och objektets geografiska belägenhet, dels av de följdkostnader val av material- eller konstruktionsalternativ ger med hänsyn till stommens del i den färdiga byggnaden. Ur ekonomisk synpunkt betydelsefulla faktorer, som varierar med konstruktionsalternativ, är således exempelvis erforderligt och tillgängligt utrymme för installationer, möjligheter att fästa in och ansluta rumsavgränsningar, armaturer, anordningar för ljudabsorption etc samt de för olika material varierande kostnaderna för ytbehandling, brandisolering etc.

De beräknade kostnaderna för tunga tak är i och för sig högre än de för lätta, men medför därutöver högre stomkostnader genom ökade balkdimensioner, framför allt i mittfacket. Denna kostnadskillnad är av sådan storleksordning att alternativet med tungt tak knappast torde vara realistiskt, särskilt som det tunga takets värde ur klimatsynpunkt starkt reduceras av nödvändig ljudabsorption (jfr 5 KLIMAT).

Kostnaderna för helt plant tak och de för alternativen med förhöjd mittzon är närmast analoga vid stål- resp betongstommar, medan vid trästomme det förhöjda taket ställer sig något dyrare. En jämförelse mellan kostnader för olika sätt att anordna dagsljusbelysning till lokalerna i byggnadens mittzon ger inte några stora kostnadsdifferenser mellan olika, studerade alternativ; det torde dock vara något billigare totalt sett att använda alternativet med kontinuerliga balkar och separat lanterninkonstruktion. Kostnaderna för lanterninerna ingår ej i de redovisade siffrorna.

Stomtyp D, med stöd i byggnadens mittdel och kortare fria spännvidder, ger något lägre kostnader än stomtyp A vid stommar av trä. Vid husdjupet 384 M (mittfackets bredd = 156 M) medför en extra pelare i mittfacket en minskning av stomkostnaderna med ca 2 kr/m<sup>2</sup> om de ökade grundläggningskostnaderna beaktas. Vid husdjupet 468 M (mittfackets bredd = 240 M) blir motsvarande kostnadsminskning av storleksordningen 11 kr/m<sup>2</sup>. Den maximala prefererade spännvidden för fack i trä kan uppskattas till 15 m.

Vid stommar av stål medför en minskning av spännvidden inom de aktuella intervallen ingen ekonomisk fördel, beroende på att man vid större spännvidder kan utnyttja billigare balktyper. Emellertid innebär volymökningen p g a den stora balkhöjden att alternativet med fri spännvidd 240 M (för husdjupet 252 M) blir ekonomiskt orealistiskt.

En minskning av spännvidderna med hjälp av insatta stöd minskar givetvis i viss mån möjligheterna att fritt utnyttja de disponibla golvytorna. De sänkta kostnaderna får således vägas mot den eventuellt försämrade funktionen. Vid redovisningen i 36. Modulsamordning har ej alternativen med mellanstöd medtagits.



Den för betong redovisade stomtypen E, i princip uppbyggd som stomtyp A men med lutande takkonstruktion, visar sig ekonomiskt fördelaktigare på grund av att balkarna har kunnat göras lättare.

#### 34. Lönsamhetsgräns för åsar

I samtliga redovisade fall har åsar av stål c/c 24 M använts. Optimal åsdelning ligger mellan 2-3 m. Jfr rapport 50/69, häfte 6, fig 39.

Diagram I fig 24 visar totalkostnad för takkonstruktion utan åsar; optimalkostnaden erhålles vid pelaravstånd ca 3,2 m. Av diagram II framgår att för takkonstruktion med åsar erhålles optimalkostnaden vid pelaravstånd ca 10 m.

Lönsamhetsgränsen för takkonstruktion med respektive utan åsar erhålles vid pelaravstånd 4,0 m. Med hänsyn till dagspriser m m kan denna lönsamhetsgräns förskjutas uppåt eller nedåt, varför kontroll alltid bör göras i gränsskiktet.

Ur diagrammen kan utläsas att för aktuellt pelaravstånd, dvs 60 M till 96 M, den mest ekonomiska takkonstruktionen är den med åsar.

I diagrammen angivna kostnader avser 1967 års kostnadsläge och omfattar kostnader för pelare, primärbalkar, åsar och plåt.

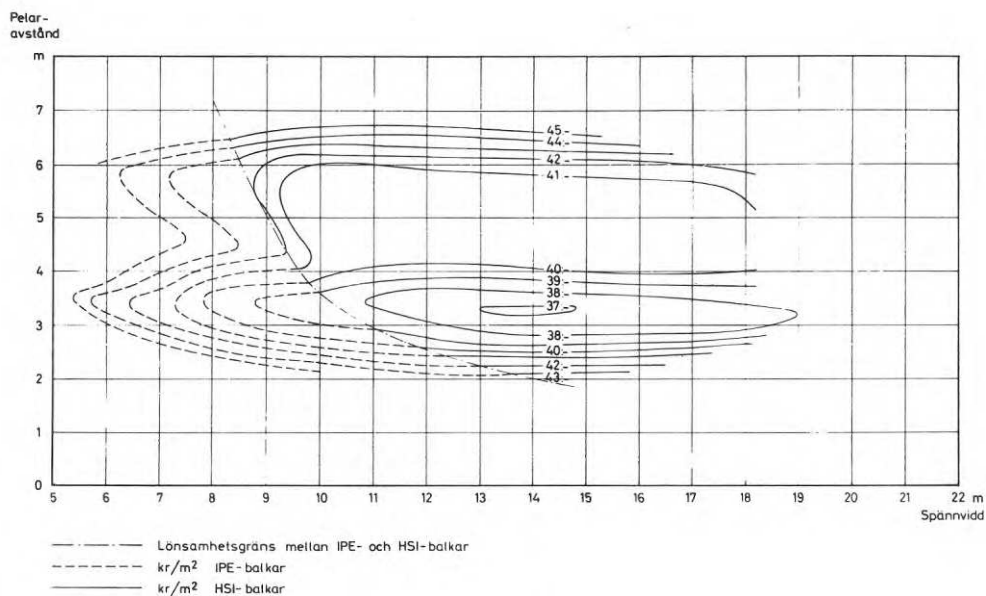


Diagram I: Takkonstruktion utan åsar

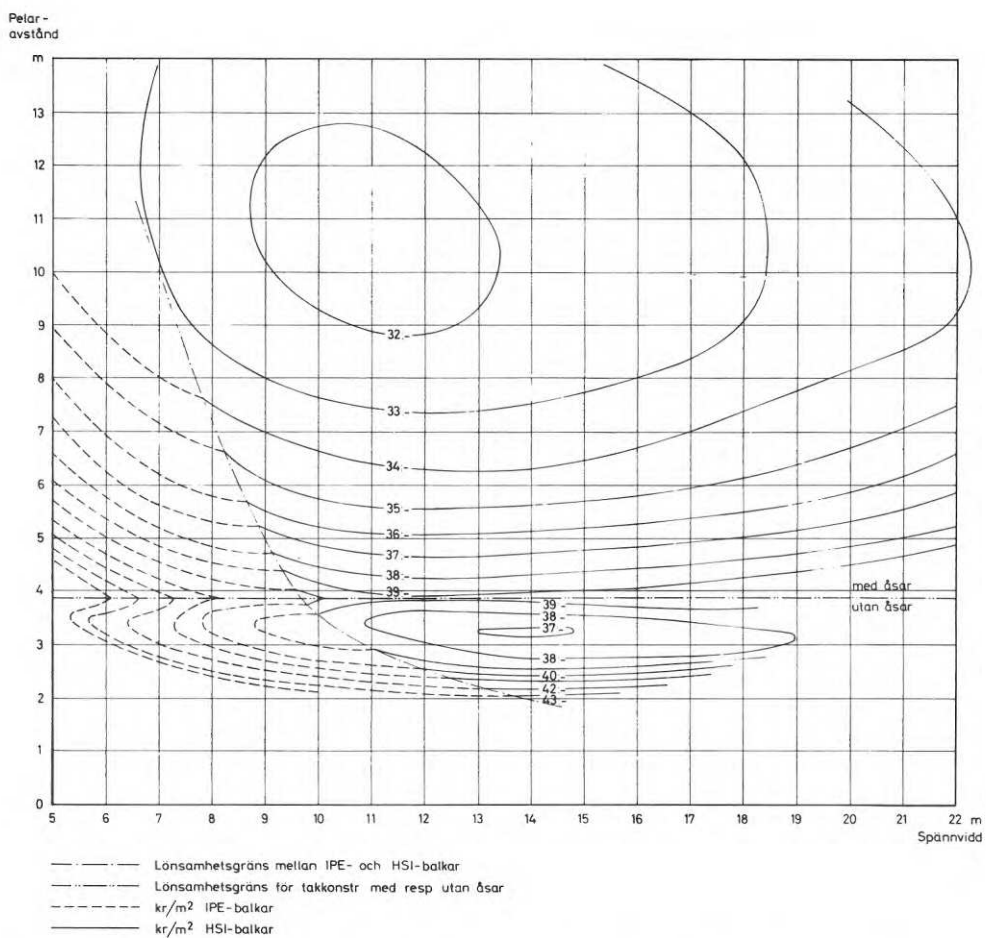


Diagram II: Takkonstruktion med resp utan åsar med angiven lönsamhetsgräns

Fig 24 Sammanställning av totalkostnad ( $\text{kr/m}^2$ ) för takkonstruktion inkl pelare. Primärbalkar IPE och HSI fritt upplagda. Angivna priser gäller 1967 års kostnadsläge.

### 35. Preferensmått

#### 35.1 Preferensmått för 1-våningsbyggnader

De optimala pelaravstånden är oberoende av stommaterialet vid stommar av lätt takkonstruktion och anges för tunga tak endast för stommar av betong. Preferensmått för pelaravstånd är under angivna planeringsförutsättningar

vid lätta tak 72 M, 84 M och 96 M

vid tunga tak 60 M, 72 M och 84 M

#### 35.2 Preferensmått för 2-våningsbyggnader

Endast lätta tak har studerats. Preferensmått för pelaravstånd är 60 M, 72 M, 84 M och 96 M.

Av kostnadssammanställningen framgår att 108 M är en ekonomisk lösning. Men med hänsyn till konstruktionshöjden har 108 M ej medtagits bland preferensmått.

### 36. Modulsamordning

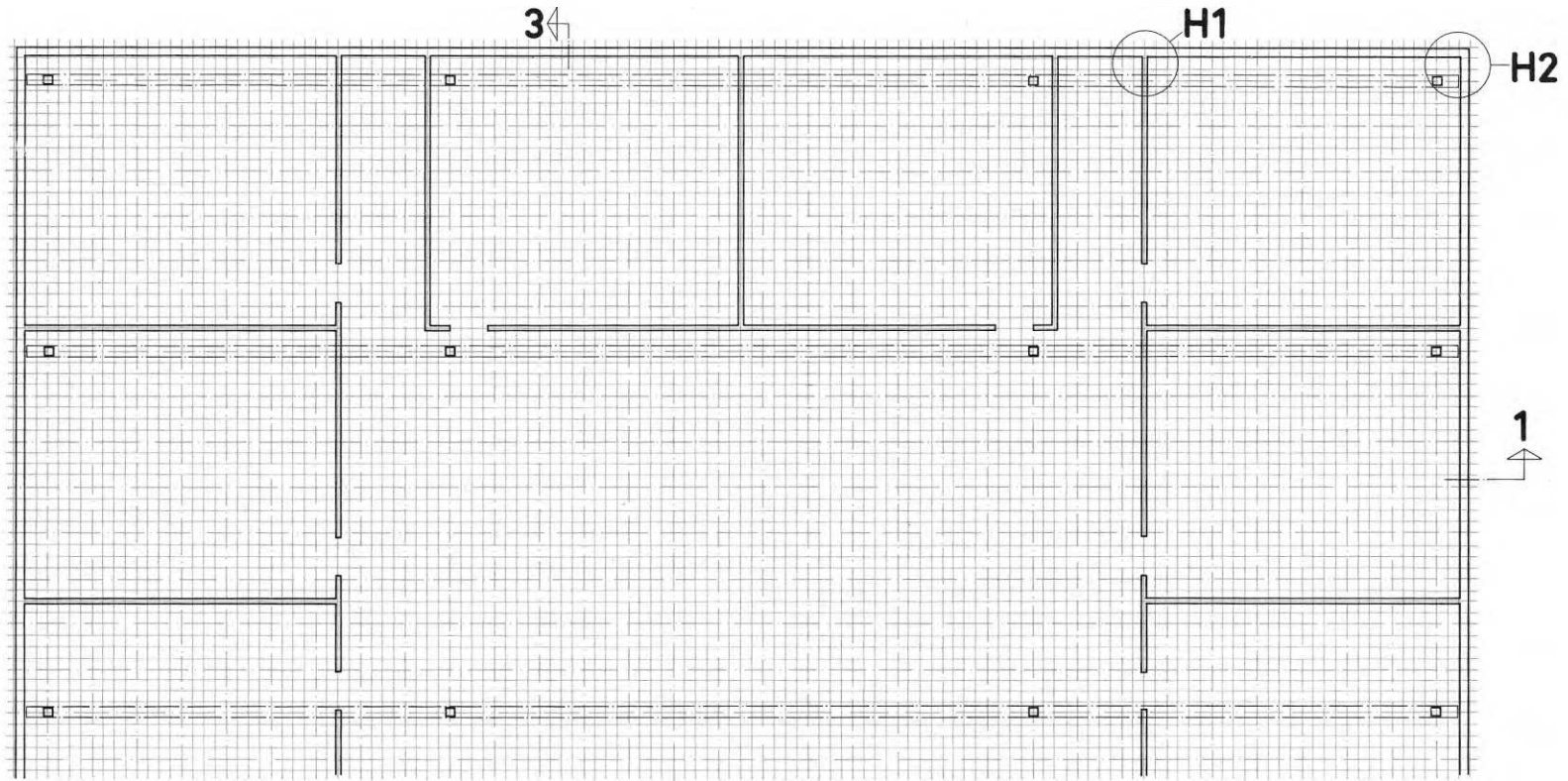
I det följande redovisas anslutningspunkterna mellan olika byggnadsdelar och deras relation till modulnät för fyra av de i det föregående redovisade fem stomalternativen. Illustrationerna har avsetts representera med hänsyn till kostnader rimliga materialkombinationer, varför alternativet med betongstomme och tungt tak uteslutits. Slutligen illustreras också stomalternativet med plant, horisontellt tak försett med längsgående lanterniner.

För 1-våningsbyggnader redovisas stomalternativen dels på en gemensam planritning, dels på en för varje stomalternativ separat ritning omfattande sektioner och detaljer. 2-våningsalternativen redovisas i plan, sektion och detaljer på särskilda ritningar.

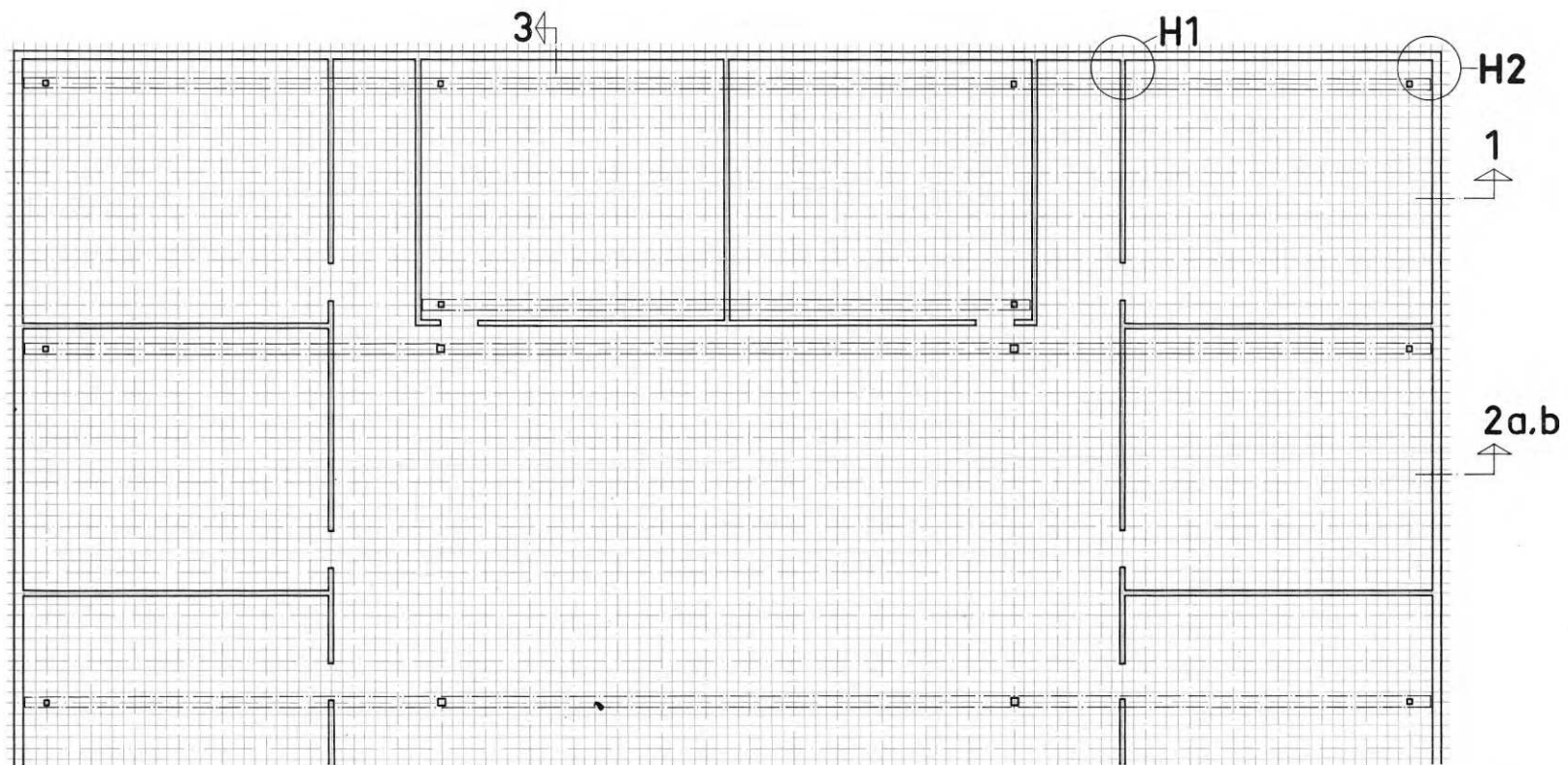
Detaljerna avser anslutningspunkter mellan stomsystem (vertikalt och horisontellt bärverk) samt stomkompletterande detaljer.

Lösningar får icke uppfattas som annat än exempel på och kontroll av modulsamordningsreglernas tillämpbarhet och konsekvenser. Detaljerna har studerats ur mått- men ej ur byggnadsteknisk synpunkt; eventuellt erforderliga tätningar, isoleringar, ventilationer av tak- och väggkonstruktioner etc redovisas därför ej.





Planutsnitt av byggnad med plant tak, husdjup 384 M



Planutsnitt av byggnad med förhöjd mittzon, husdjup 384 M

Anmärkningar:

Planerna är i princip tillämpliga för stål-, trä- och betongalternativen. Beträffande detaljerna H1 och H2 samt sektioner, se efterföljande figurer, där alternativen redovisas var för sig.

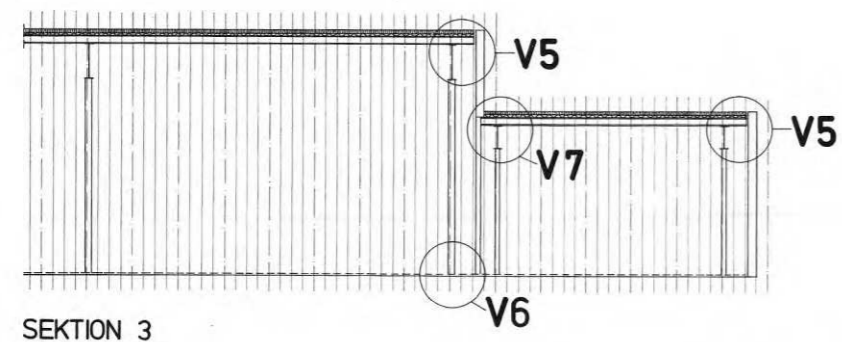
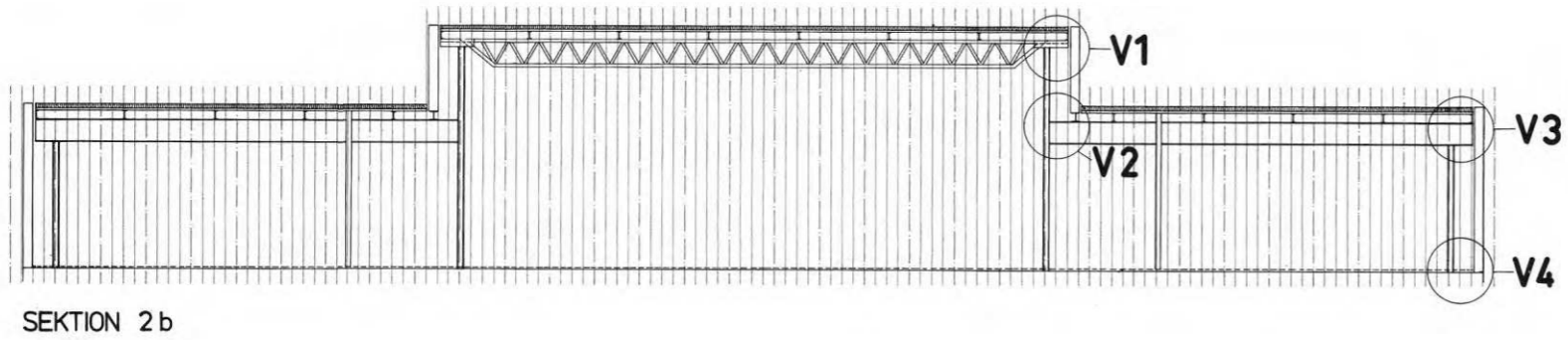
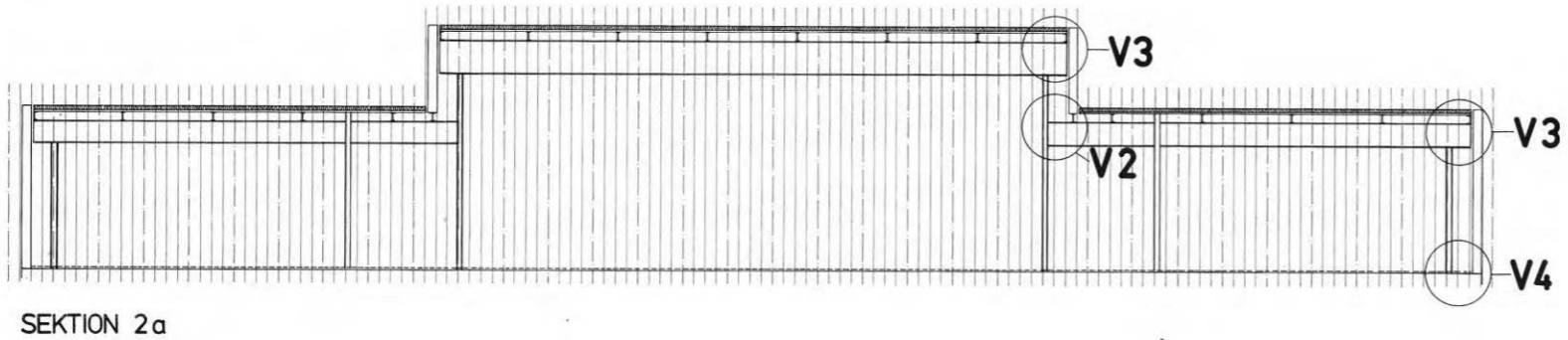
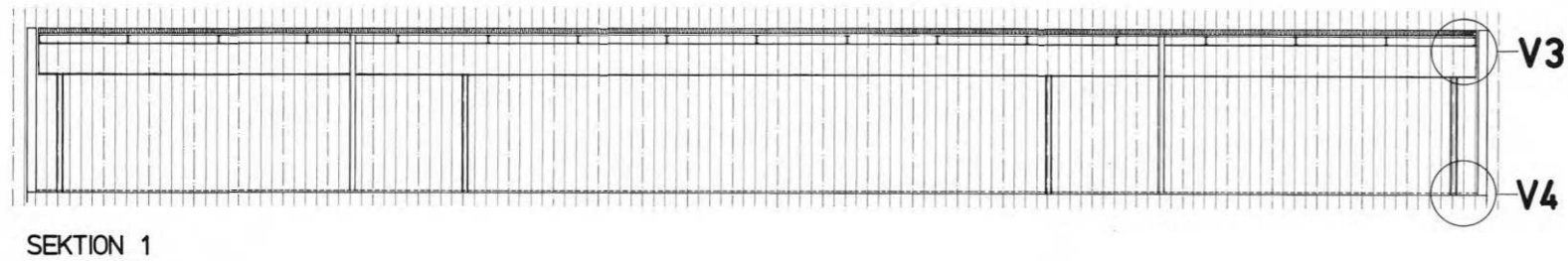
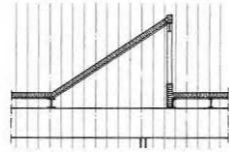
Horisontella mått:

Primärmodulnät 12 M x 12 M  
Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Fig 25 Illustrationer av modulsamordningsreglernas tillämpning.  
PLANUTSNITT FÖR ENPLANSBYGGNADER  
Skala 1:200



Fönsterplacering i samma läge (i plan och höjddled) som för övriga konstruktionsalternativ med högt sittande fönster



Detaljerna avser konstruktionsalt., se fig 17 och 18.

|   | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | H1 | H2 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A |    |    | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| B |    | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| C | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| D |    |    | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |

Vertikalt bärverk:  
Pelare-balksystem

Horisontellt ytbärverk:  
Bjälklag av trapetskorrugerad plåt på åsar av stål

Stomkompletteringar:  
Icke bärande ytterväggar av lätt regelkonstruktion med fasadtegel,  
lätta innerväggar av dubbla gipsskivor på plåtregelstomme

Horisontella mått:  
Primärmodulnät 12 M x 12 M  
Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Vertikala mått:  
Primärlinjeavstånd 3 M  
Sekundärlinjeavstånd 1 M

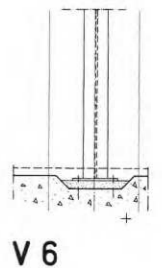
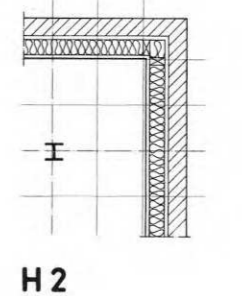
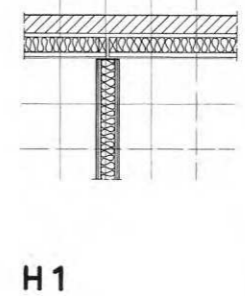
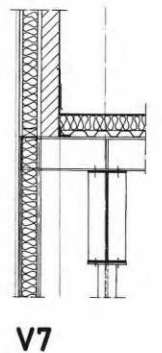
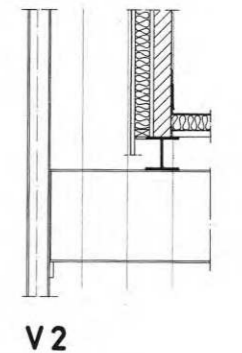
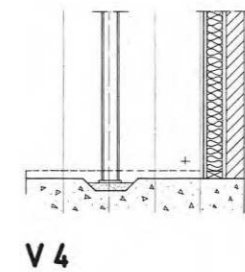
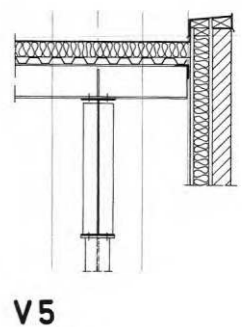
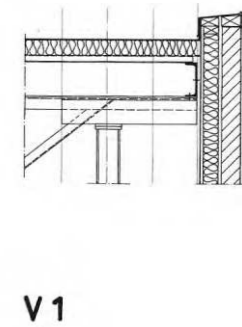
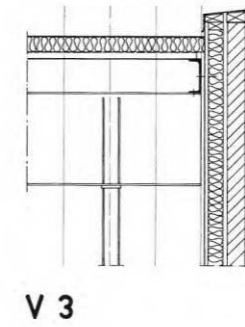
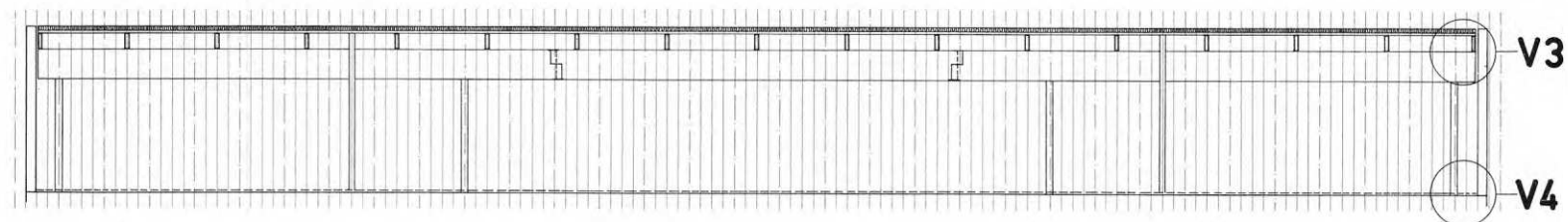


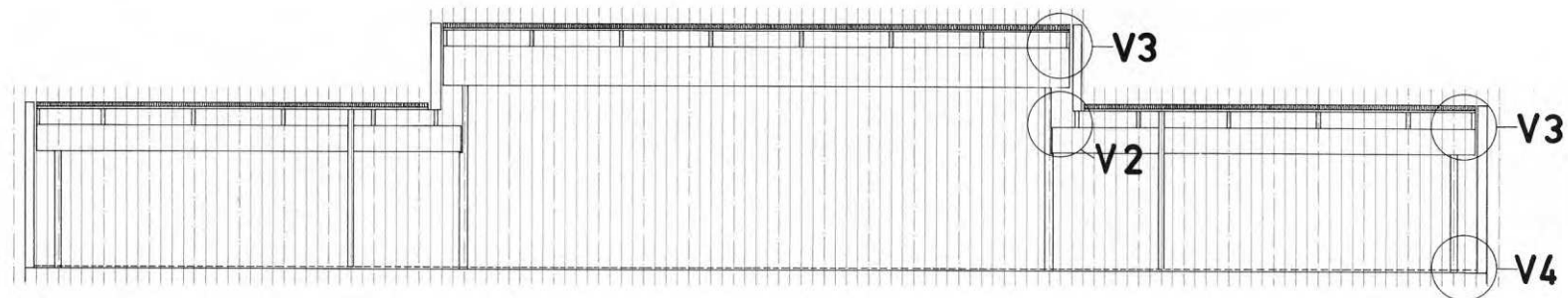
Fig 26 Illustrationer av modulsamordningsreglermas tillämpning  
STÅLSTOMME  
Sektioner skala 1:200  
Detaljer skala 1:50



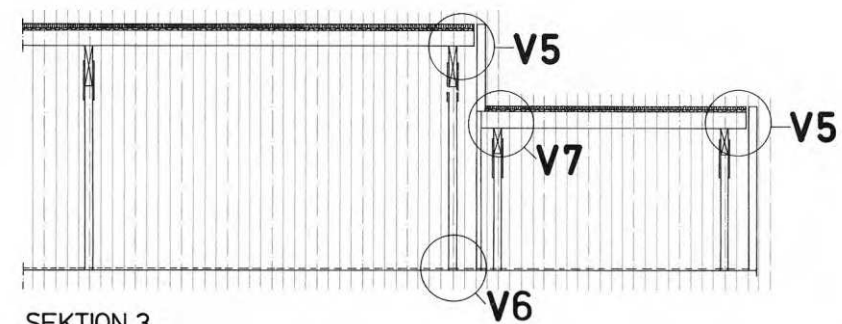




SEKTION 1



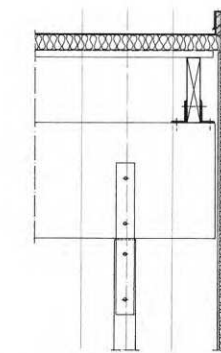
SEKTION 2 a



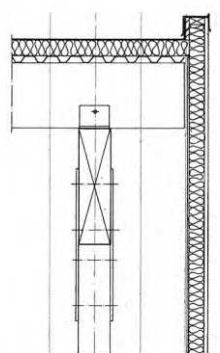
SEKTION 3

Detaljerna avser konstruktionsalt.,  
se fig 17 och 19.

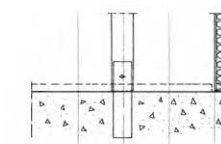
|   | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | H1 | H2 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A |    | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| B | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| C | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| D |    | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |



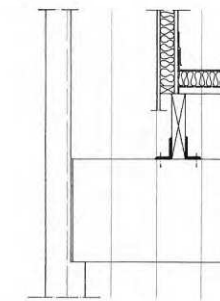
V3



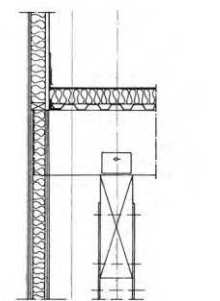
V5



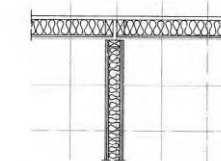
V4



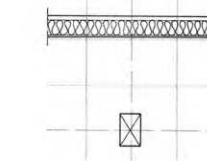
V2



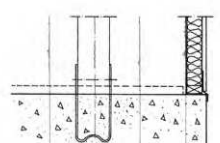
V7



H1



H2



V6

Horisontella mått:  
Primärmodulnät 12 M x 12 M  
Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Vertikala mått:  
Primärlinjeavstånd 3 M  
Sekundärlinjeavstånd 1 M

Vertikalt bärverk:

Pelare-balksystem av trä

Horisontellt ytbärverk:

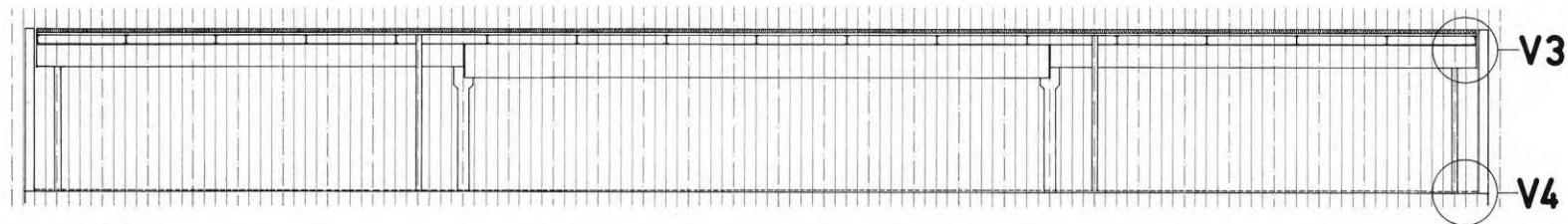
Bjälklag av trapetskorrugerad plåt på åsar av trä

Stomkompletteringar:

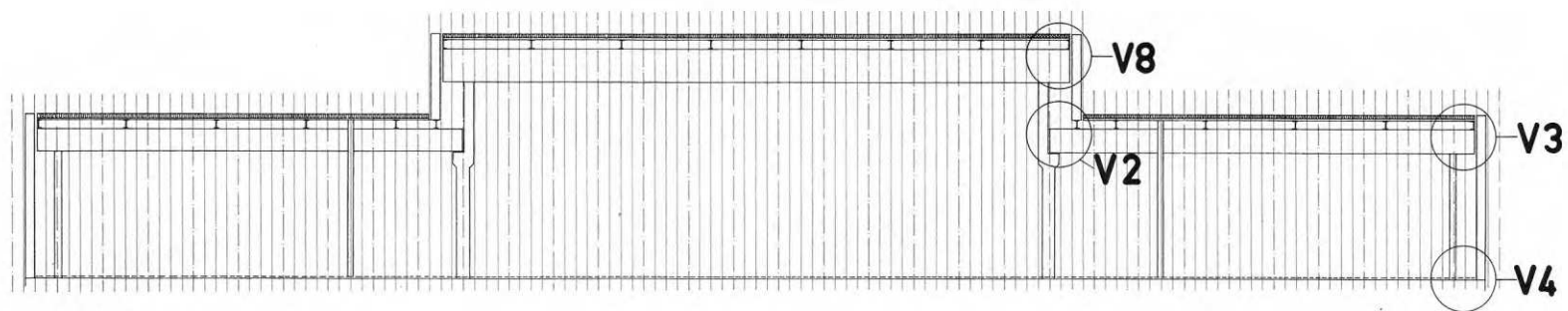
icke bärande ytterväggar av träregelverk,  
lätta innerväggar av dubbla gipsskivor på träregelstomme

Fig 27 Illustrationer av  
modulsamordningsreglermas  
tillämpning  
TRÄSTOMME  
Sektioner skala 1:200  
Detaljer skala 1:50

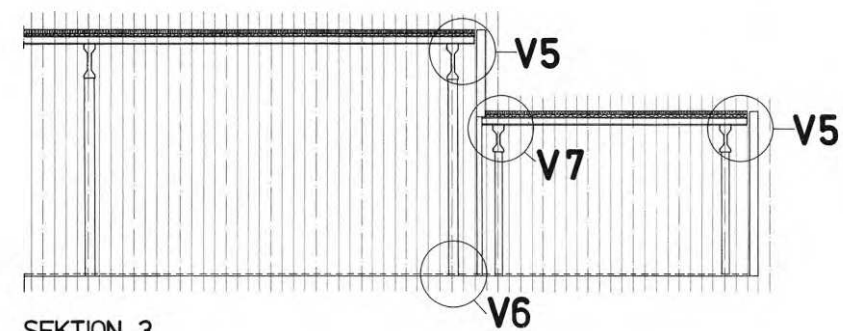




SEKTION 1



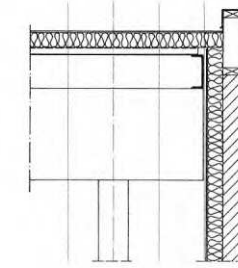
SEKTION 2 a



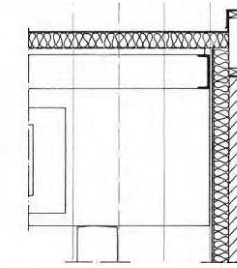
SEKTION 3

Detaljerna avser konstruktionsalt.,  
se fig 17 och 20.

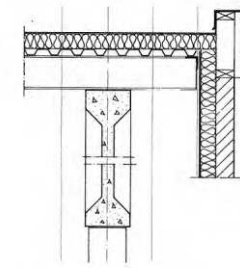
|   | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | H1 | H2 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A |    | x  | x  | x  | x  |    |    | x  | x  |
| B | x  |    | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| D |    | x  | x  | x  | x  |    |    | x  | x  |



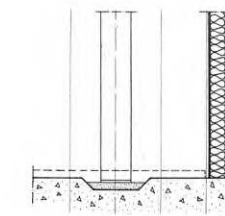
V3



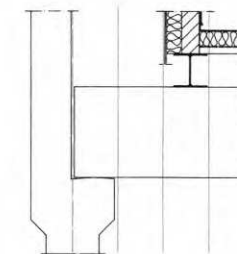
V8



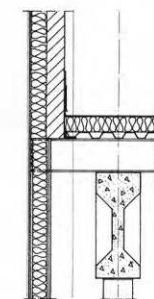
V5



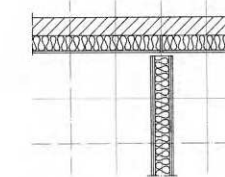
V4



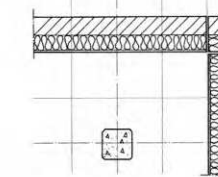
V2



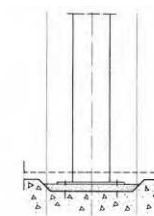
V7



H1



H2



V6

Horisontella mått:

Primärmodulnät 12 M x 12 M  
Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Vertikala mått:

Primärlinjeavstånd 3 M  
Sekundärlinjeavstånd 1 M

Vertikalt bärverk:

Pelare-balksystem av betong

Horisontellt ytbärverk:

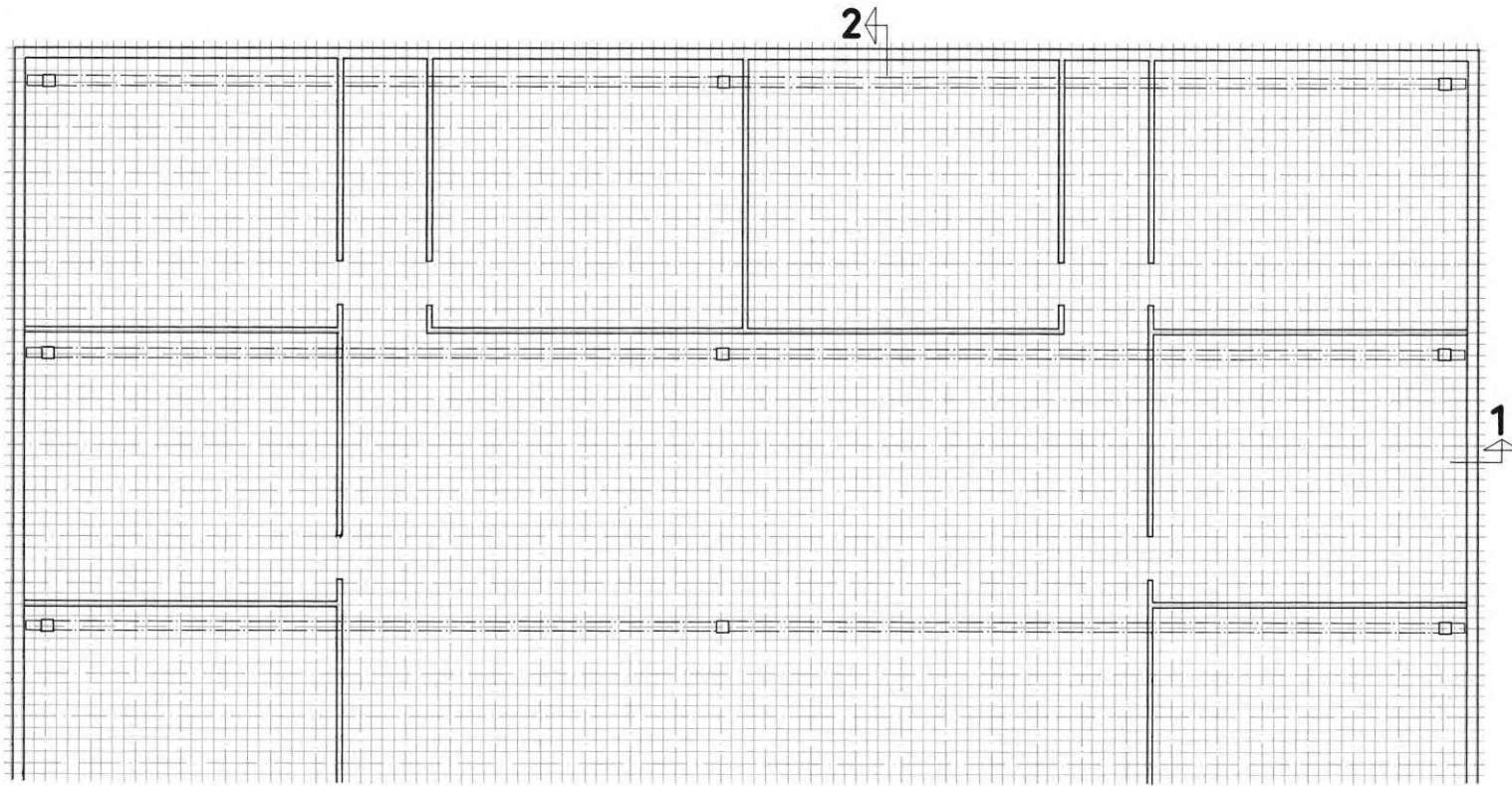
Bjälklag av trapetskorrugerad plåt på åsar av stål

Stomkompletteringar:

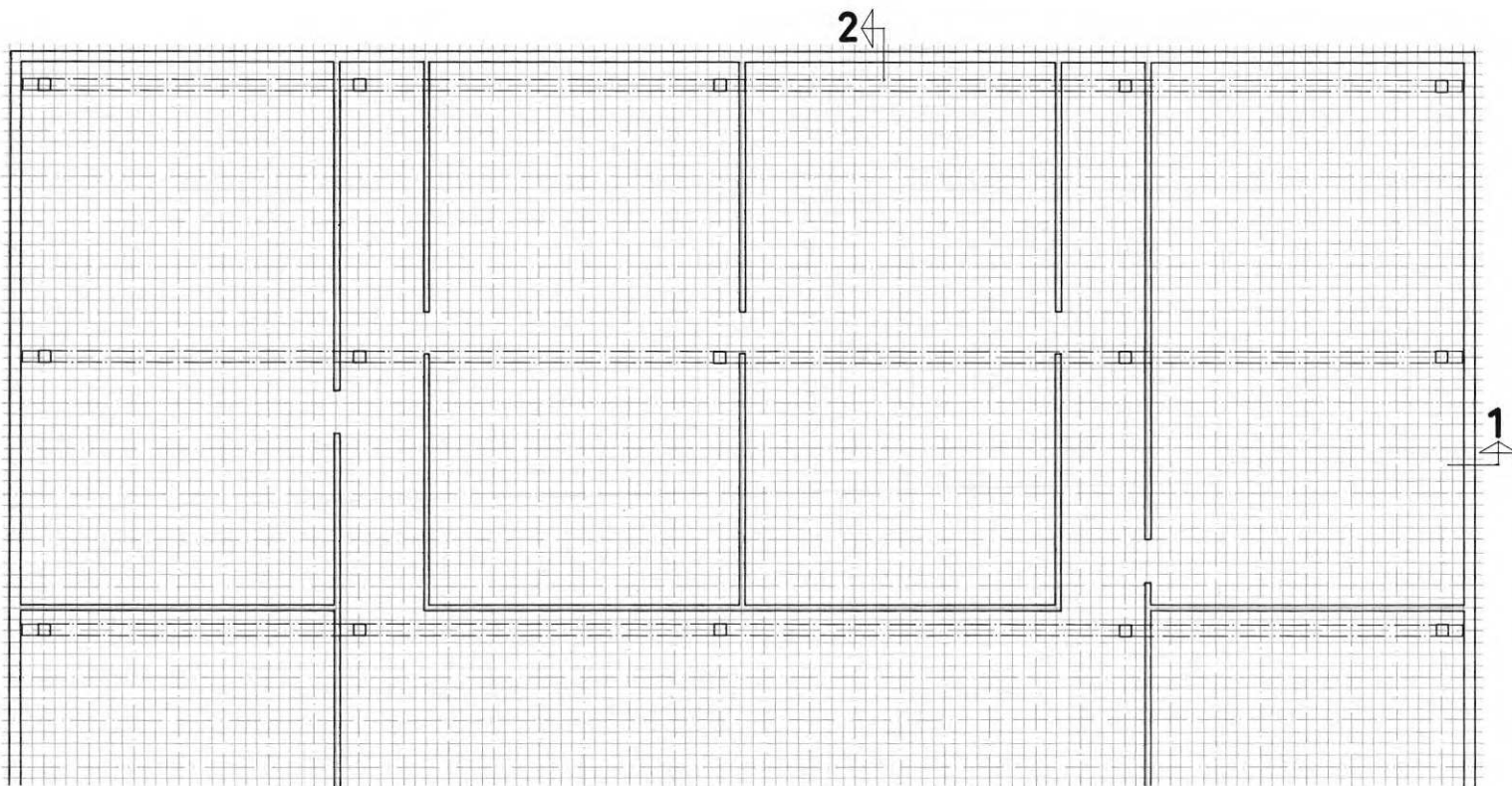
Ikke bärande ytterväggar av tegelement,  
lätta innerväggar av dubbla gipsskivor på plåttregelstomme

Fig 28 Illustrationer av  
modulsamordningsreglernas  
tillämpning  
BETONGSTOMME  
Sektioner skala 1:200  
Detaljer skala 1:50





Övre plan

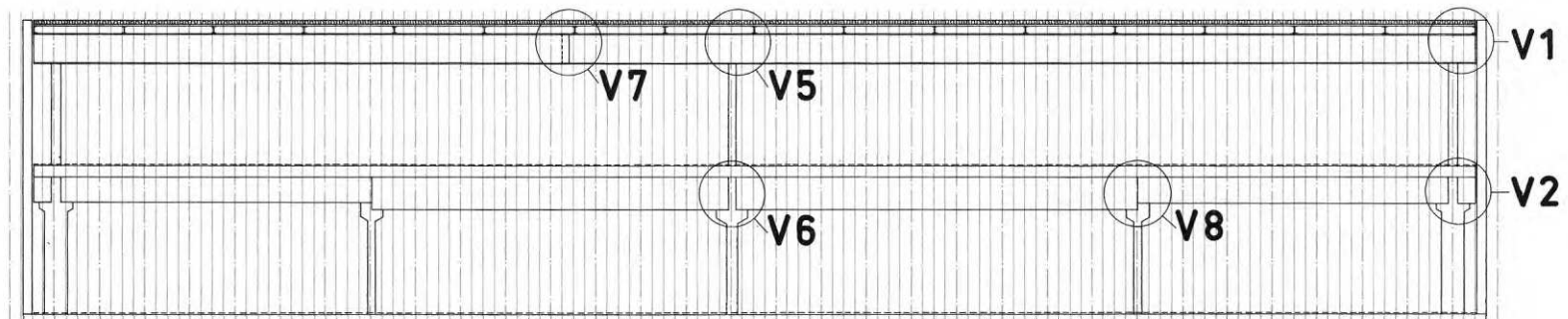


Bottenplan av tvåplansbyggnad, alt. A, husdjup 384 M

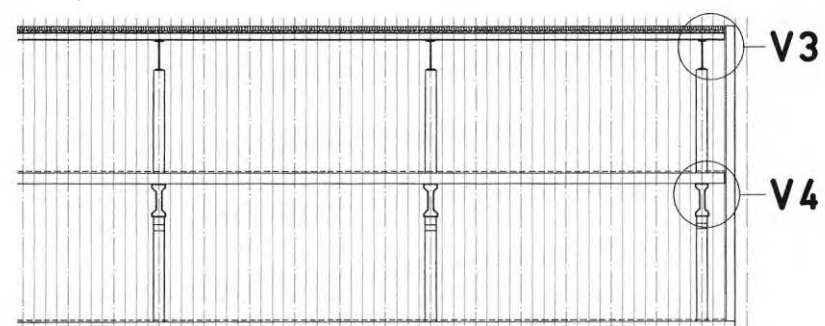
Horisontella mått:  
 Primärmodulnät 12 M x 12 M  
 Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Fig 29 Illustrationer av  
 modulsamordningsreglernas  
 tillämpning  
 PLANUTSNITT FÖR TVÅPLANSBYGGNAD  
 ALT. A: Primärbalkar vinkelrätt  
 mot byggnadens längd-  
 riktning  
 Skala 1:200





SEKTION 1



SEKTION 2

Horisontella mått:  
 Primärmodulnät 12 M x 12 M  
 Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Vertikala mått:  
 Primärlinjeavstånd 3 M  
 Sekundärlinjeavstånd 1 M

Vertikalt bärverk:  
 Pelare-balksystem av betong.  
 Primärbalkar vinkelrätt mot  
 byggnadens längdriktning

Mellanbjälklag: Planparallella  
 spända hålbjälklag av betong

Takbjälklag: Trapetskorrugerad  
 plåt på åsar av stål

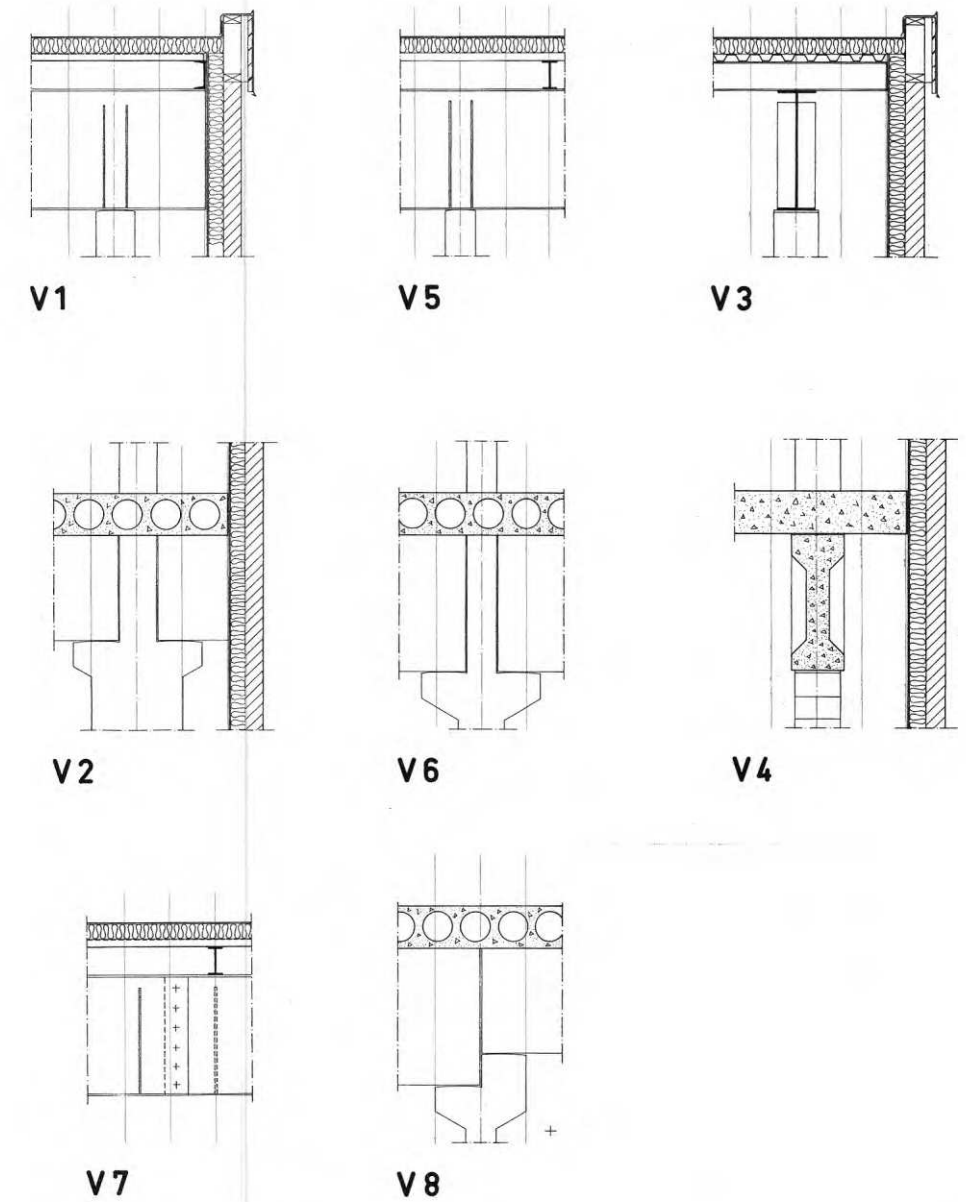
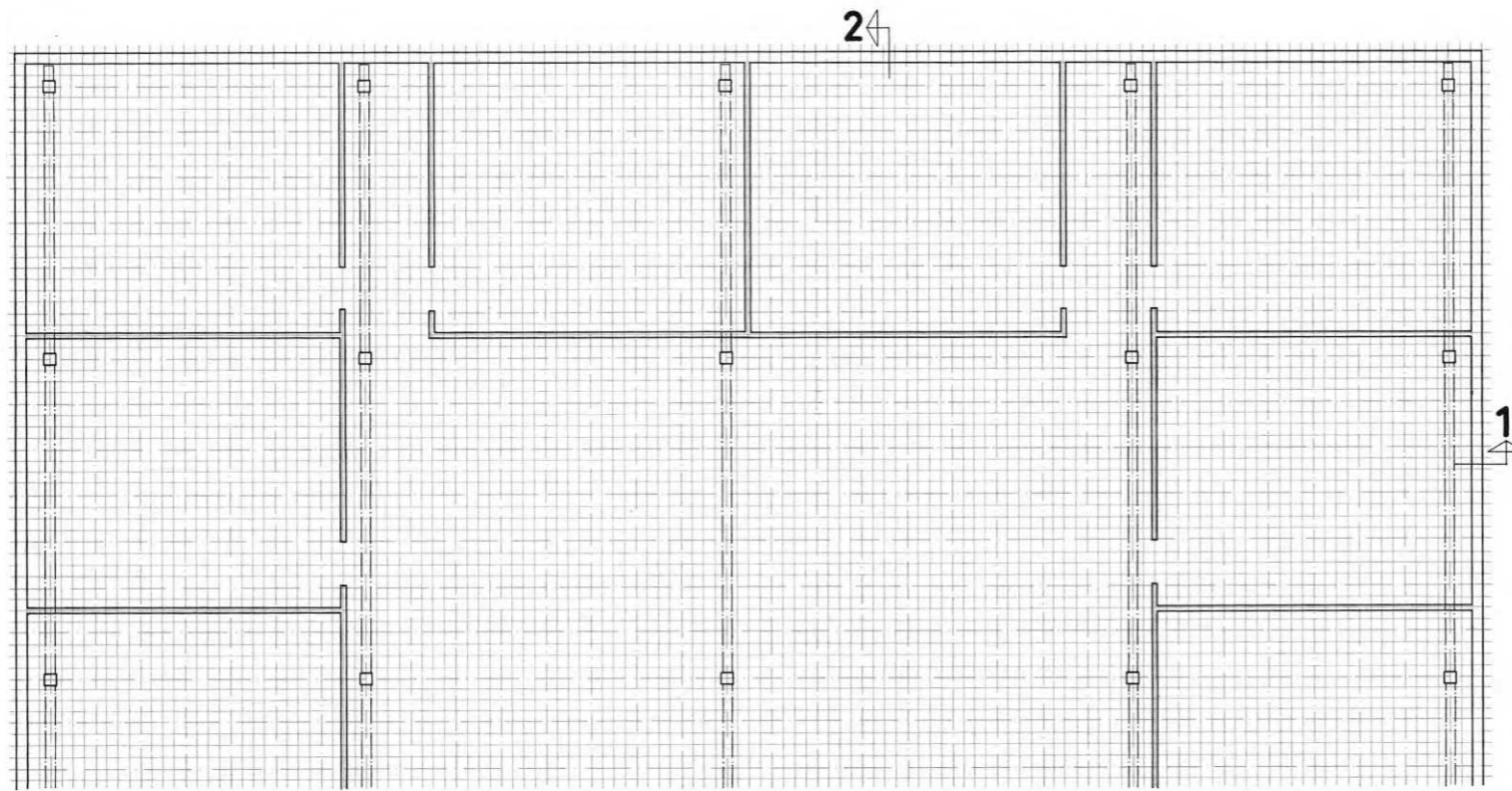


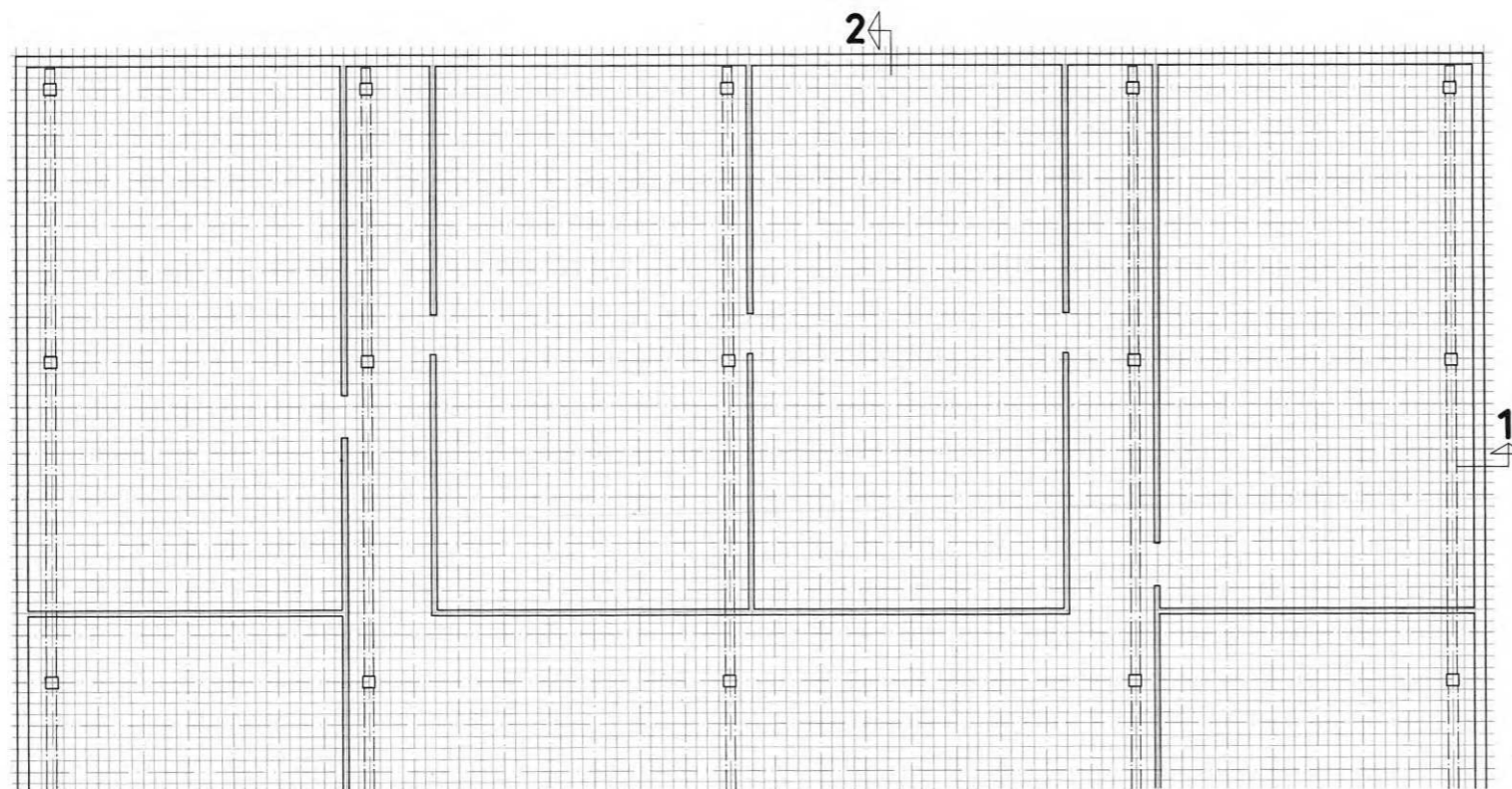
Fig 30 Illustrationer av  
 modulsamordningsreglernas  
 tillämpning  
 TVÅPLANSBYGGNAD ALT. A  
 Sektioner skala 1:200  
 Detaljer skala 1:50







Övre plan

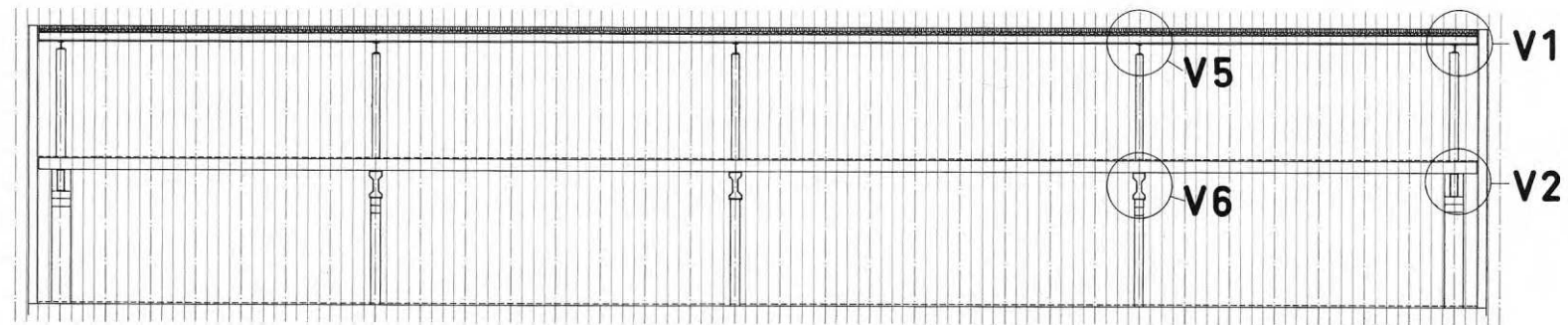


Bottenplan av tvåplansbyggnad, alt. B, husdjup 384 M

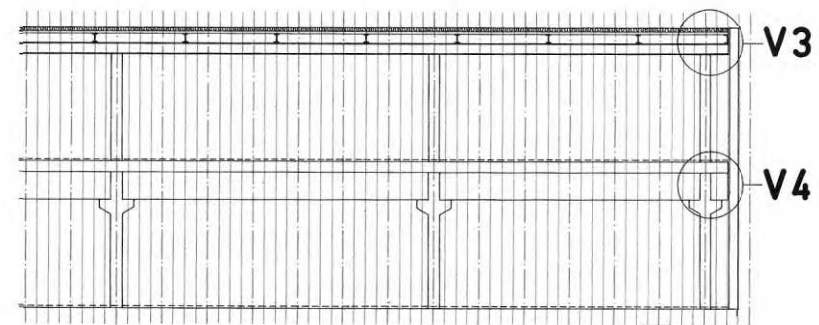
Horisontella mått  
 Primärmodulnät 12 M x 12 M  
 Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Fig 31 Illustrationer av  
 modulsamordningsreglernas  
 tillämpning  
 PLANUTSNITT FÖR TVÅPLANSBYGGNAD  
 ALT. B: Primärbalkar parallellt  
 med byggnadens längd-  
 riktning  
 Skala 1:200





SEKTION 1



SEKTION 2

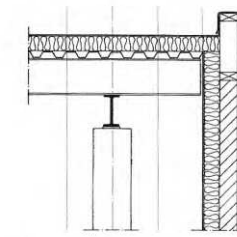
Horisontella mått:  
 Primärmodulnät 12 M x 12 M  
 Sekundärmodulnät 3 M x 3 M

Vertikala mått:  
 Primärlinjeavstånd 3 M  
 Sekundärlinjeavstånd 1 M

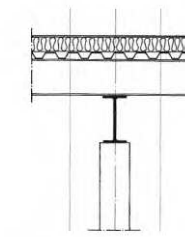
Vertikalt bärverk:  
 Pelare-balksystem av betong  
 Primärbalkar parallellt med  
 byggnadens längdriktning

Mellanbjälklag: Planparallella  
 spända hålbjälklag av betong

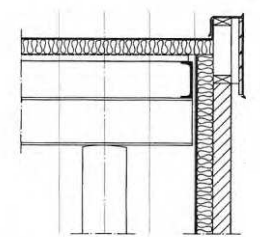
Takbjälklag: Trapetskorrugerad  
 plåt på åsar av stål



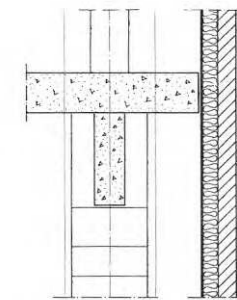
V1



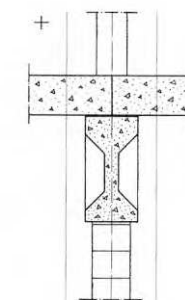
V5



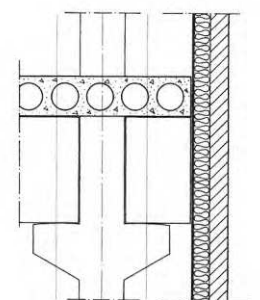
V3



V2



V6



V4

Fig 32 Illustrationer av  
 modulsamordningsreglernas  
 tillämpning  
 TVÅPLANSBYGGNAD ALT. B  
 Sektioner skala 1:200  
 Detaljer skala 1:50



## 4 INSTALLATIONER

I rapport 50/69 häfte nr 8 redovisas VVS-installationers kanalisationsprinciper och system med avseende på traditionella skolors planstrukturer.

41. Värme och ventilation

Det större husdjupet i översynens testplaner ställer naturligtvis direkta krav på kompletterande installationszoner. Dessutom ställs skärpta krav på de klimatstyrande installationerna i lokaler utan konventionell fasadkontakt, i synnerhet i studiehallar.

Dels måste uppställda krav på god luftkvalitet tillgodoses för lokaler som p g a en central placering i byggnaden fått reducerade vädringsmöjligheter.

Dels ställs högre krav på ventilationen i studiehallar ur värmebalanssynpunkt, då värmertilskotten här kan bli större, bl a beroende på att högre belysningsstyrkor kommer att väljas, och att byggnadsstommens eventuella värmelagringsförmåga kommer att reduceras av ljudabsorbenter, som verkar isolerande. Med hänsyn till värmebalansen, som dessutom påverkas av den bristande vädringsmöjligheten, erfordras ofta luftflöden större än de ur hygienisk synpunkt betingade.

I avsnitt 5 KLIMAT redogörs bl a för vissa resultat av en serie beräkningar av resulterande rumstemperaturer enligt den i rapport 50/69 häfte nr 10 uppställda beräkningsmodellen. Som underlag för dessa beräkningar har värme- och ventilationsanläggningar projekterats för testplaner med större husdjup. Anläggningarna utformades med hänsyn tagen till lokalernas konstruktiva utformning och rumsakustiska förhållanden och enligt i det följande beskrivet system.

Studiehall och undervisningslokaler i byggnadens centrala delar förutsätts ventileras med filtrerad och värmd uteluft, som behandlats i ett eller flera separata tilluftsaggregat och eftervärms zonvis för varje lokal. Tilluftens temperatur anpassas efter värmeutvecklingen i respektive lokal i den utsträckning utetemperaturen möjliggör detta. Då det totala luftflödet överstiger vad som ur hygienisk synpunkt av Planverket anges som minimumkrav, utförs anläggningen så, att tilluften vintertid består av både uteluft och återluft. Tilluften fördelas från fläktrummet i kanaler, placerade mellan primärbalkarna, och tillförs lokalerna med takluftspridare. I de bearbetade testplanerna erhöles för avståndet mellan luftspridarna preferensmått 72 M vid luftflödet  $8 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  resp 48 M vid luftflödet  $18 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$ .

Luftspridare är i allmänhet utprovade vid plant undertak, men erfarenheterna från kontorslandskap med öppet tak och ljudbafflar är dock goda vid takhöjder större än 2,8 m. Luftspridarnas underkant placeras i nivå med bafflarnas underkant. Vid kanalsystem som ventilerar flera brandceller, brandisolerar kanalerna invändigt för att förhindra brandspridning, varvid även erhålles skydd mot överhörning mellan lokalerna.

I avsnitt 7 AKUSTIK anges för studiehallar lämpligt bakgrunds-buller från ventilationsanläggningen. Häri påtalas också behovet att vibrationsisolera fläktrum på tak, speciellt vid lätt byggnadsstomme.

Högt sittande fönster kan orsaka kallras, vilket kan motverkas bl a av lämpligt placerade radiatorer under fönstren.

#### 42. Sanitet

Vid planlösningar med undervisningslokaler i byggnadens centrala delar är det ej möjligt att konsekvent undvika skärningspunkter mellan systemlinjer för installationer och för kommunikationer enligt den i Bygglådan redovisade principen.

De vid testplanearbetet förutsatta installationszonerna i fasad tillfredsställer det skärpta flexibilitetskravet beträffande rumsdisposition och ombyggnad men måste kompletteras med en respektive två under golv placerade huvudledningar för spillvatten i planer med husdjupet 384 M respektive 468 M, till vilka uttagpunkterna ansluts med grenledning ovan bjälklag. Horisontellt utan fall förlagda grenledningar på högst 5 m är sedan oktober 1970 godkända av Planverket.

I rapport 50/69 häfte nr 8 påpekas: "En konsekvent tillämpning av de nämnda principerna för grenledningars placering inom skolans undervisningslokaler, vilket skulle innebära stora projekterings-tekniska och produktionstekniska förenklingar och i hög grad underlätta framtida förändringar med hänsyn till ändrade pedagogiska metoder eller förändrade lokalprogram, låter sig beklagligtvis ej genomföras för närvarande. Som framgår av de redovisade typrummen för lärosal - laboratorium för biologi, fysik och kemi och preparationsrum för kemi, krävs för dessa lokaler fortsättningsvis bjälklagsbundna installationer. Förhoppningsvis skall dock ett fortsatt och fördjupat studium av de pedagogiska och tekniska förutsättningarna kunna möjliggöra framtagning av även för dessa lokaler pedagogiskt tillfredsställande lösningar baserade på väggbundna installationer." Utformningen av dessa lokaler tillhörande föreliggande rapportens NO-block förutsätter fortsättningsvis golvbundna grenledningar.

Ledningar för tappvatten förutsätts placerade ovan undertak. Preferensmått för avståndet mellan grenledningarnas anslutningar till huvudledningen är 144 M. Extra anslutningar måste inplaceras då kommunikationsled och grenledning korsar varandra.

## 5 KLIMAT

### 51. Förutsättningar

#### 51.1 Allmänt

Värme- och ventilationssystemets uppgift är att i samverkan med byggnaden skapa möjligast gynnsamma inneklimat. Klimatinstallationerna skall dimensioneras för två typer av belastningsfall: å ena sidan skall värmesystemet kunna hålla en godtagbar temperatur vid extremt kalla perioder (vinterfallet), å andra sidan skall ventilations/luftkonditioneringsystemet hindra att rumstemperaturen blir alltför hög under varma och soliga perioder (sommarfallet).

Vad avser vinterfallet medför nuvarande byggnadsteknisk och dimensioneringspraxis att avvikelserna nedåt från den dimensionerande rumstemperaturen i regel blir små och av kort varaktighet såvida värmesystemet fungerar som avsetts. Detta belastningsfall är relativt enkelt att behandla. Att värma upp ett rum är i och för sig inget större problem och värmeinstallationen är förhållandevis billig.

Sommarfallet är betydligt mer komplicerat, eftersom man förutom utetemperaturen måste ta hänsyn till solinstrålning och värmeutveckling från personer och elbelysning, faktorer vilka är orsak till att rumstemperaturen periodvis kan bli för hög.

Ett välkänt förhållande är att temperaturerna under soliga och varma perioder ofta blir obehagligt höga i skolsalar om fönstren är stora och/eller saknar effektiva solavskärmningar samt om byggnaden består av lätta byggnadsmaterial, dvs har en liten värmetröghet.

Vid för hög rumstemperatur nedsätts kroppens prestationsförmåga. Dessvärre sammanfaller den ur klimatsynpunkt besvärligaste perioden med en kritisk del av skolåret, nämligen slutet av vårterminen, då skolarbetet ofta upplevs som pressande.

Att bortskaffa överskottsvärme är betydligt svårare och ofta dyrare än att värma byggnaden. I regel söker man i första hand ventilera bort överskottsvärmen. Luftflödets storlek begränsas emellertid av risken för drag och i vissa fall kan det bli nödvändigt med maskinell kylning.

#### 51.2 Upplevelsen av rumstemperaturen

Vår bedömning av de termiska förhållandena beror på vår värmebalans, dvs på relationerna mellan vår värmeproduktion och vår värmeavgivning.<sup>1)</sup> Värmeproduktionen bestäms i huvudsak av vår verksamhetsgrad, medan värmeavgivningen bestäms av beklädnaden och de termiska omgivningsfaktorerna, nämligen temperaturen hos luft och omgivande ytor samt luftens rörelser och fuktighet. Luftfuktigheten kan dock variera inom mycket vida gränser utan

---

1) Olika faktorerers inverkan på rumsklimatet och hur detta påverkar människan har behandlats i rapport 50/69, häfte 9.

att detta påverkar temperaturkänslan.

Vid normala lufthastigheter och vid den verksamhet som råder i skolor avges ca hälften av den fritt avgivna värmen från människokroppen genom konvektion till rumsluften, den andra hälften genom strålning till omgivande ytor. Förhållandet innebär att de omgivande ytornas temperatur har lika stor betydelse för kroppens värmeavgivning, och därmed temperaturkänslan, som luftens temperatur, vilket är ett ofta förbisett faktum.

Under förutsättning att variationerna i lufthastighet är små kan man som ett sammanfattande mått på omgivningens temperatur använda medeltalet av lufttemperaturen och rumsytornas temperatur, kallad den "operativa" temperaturen, ibland även "kännbar" temperatur. I det följande används huvudsakligen den kortare benämningen rumstemperatur i betydelsen operativ temperatur, och betecknad  $t_{op}$ .

I förenklade syfte har medelstrålningstemperaturen beräknats som medelvärdet av golv- och taktemperaturen. I stora lokaler kan för enkelhetens skull bortses från väggtemperaturen. Man får alltså att

$$t_{op} = 0,5 t_{luft} + 0,25 (t_{golv} + t_{tak})$$

Vid sådan verksamhet som vanligen pågår i skolor bör rumstemperaturen ligga omkring 20 à 22°C. Människokroppens värmeregleringsförmåga i kombination med anpassning av klädseln medger dock temperaturer ned till ca 18°C respektive upp till ca 24°C utan att dessa uppfattas som alltför låga eller alltför höga. Om temperaturen långvarigt ligger utanför detta intervall kan detta medföra känslor av obehag och prestationsförsämring - vid låg temperatur främst försämrad manuell färdighet, vid hög temperatur nedsatt vakenhet. Å andra sidan bör man observera att temperaturvariationer uppfattas som stimulerande och att detta även gäller låga temperaturer av kort varaktighet.

Omfattande prov med barn i skolmiljö har visat att deras mentala prestationer minskas markant om rumstemperaturen överstiger ca 25°C (Löfstedt, Ryd & Wyon, 1968). Dessutom drabbas de elever mest, som även under gynnsamma klimatbetingelser är svagpresterande. Intellectuellt väl rustade personer, som dessutom är psykiskt stabila, påverkas betydligt mindre.

### 51.3 Drag

Nacken och anklarna är de kroppsdelar som är känsligast för drag. Den högsta tillåtna lufthastigheten är beroende av rumsluftens temperatur - ju högre temperatur desto högre lufthastighet kan tillåtas. Något allmänt vedertaget dragkriterium existerar dock inte, och ifråga om dragkänslighet torde föreligga stora individuella variationer.



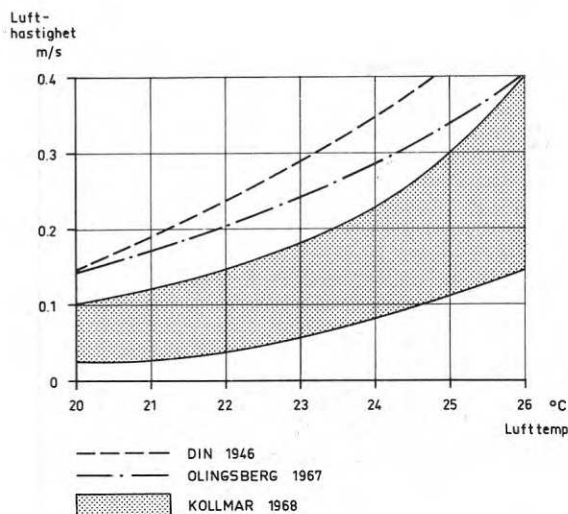


Fig 33 Exempel på dragkriterier.

#### 51.4 Krav på det termiska klimatet

Det temperaturintervall, för skolor 18-24°C, inom vilket rumstemperaturen brukar uppfattas som tillfredsställande, brukar nämnas komfortzonen. Av praktiska och ekonomiska skäl tvingas man emellertid acceptera att temperaturen under vissa förhållanden ligger utanför komfortzonen. Frågan är hur stor del av lektionstiden detta rimligen kan tolereras, hur mycket temperaturen får överskridas och på vilket sätt överskridandets omfattning skall beräknas.

Problemet är ganska komplicerat eftersom rumstemperaturen varierar mer eller mindre under dagens lopp - i studiehallar troligast som en fortgående stegring från morgonen med en eventuell sänkning vid slutet av skoldagen (se fig 34). Stegningen är liten vid kyligt väder men blir större ju högre utetemperaturen är. Vid höga utetemperaturer kan dessutom morgontemperaturen vara förhållandevis hög. Vidare kan stegringen vara mer eller mindre snabb beroende på de i byggnaden ingående materialens värmetröghet. Varma dagar kommer därför komfortzonens övre gräns att överskridas en större eller mindre del av dagen.

Det är vanligt att man vid formulering av temperaturkraven t ex anger att en viss maximitemperatur får uppnås ett visst antal gånger per år. Man får emellertid härigenom inte någon uppfattning om hur mycket överskridandet betyder, eftersom enbart maxvärdet inte säger någonting om temperaturförloppet i övrigt under dagen. Ett annat sätt är att ange en tillåten max. rumstemperatur, som får inträffa vid en viss dimensionerande utetemperatur. Om och hur mycket denna rumstemperatur kan komma att överskridas vid närmast högre utetemperatur får man emellertid på detta sätt ingen uppfattning om.

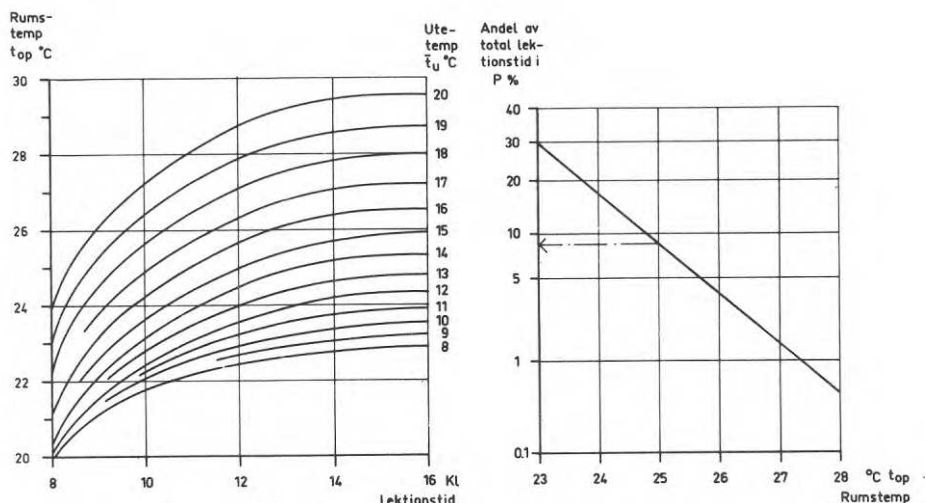


Fig 34 Exempel på rumstemperaturens förlopp i en studiehall under lektionstid dagar med olika utetemperatur (vänstra fig. Värdena avser dygnsmedelvärden  $t_u$ .)

Ur klimatstatistiken framgår den sannolika frekvensen för olika utetemperaturen. Dessa uppgifter jämte rumstemperaturförloppen exemplifierade ovan t v gör det möjligt att beräkna den sammanlagda tid, som en viss rumstemperatur kan komma att överskridas under ett antal år, för skolor under t ex samtliga majmånader. Beräkningen ger för exemplet ovan till resultat, att temperaturen kommer att vara  $25^{\circ}\text{C}$  eller högre under ca 8 % av den totala lektionstiden. Detta värde, i det följande kallat  $P_{25}$ -värdet, skall beräknas enligt den föreslagna normen ( se 93.). Av kurvan ser man också t ex att  $27^{\circ}\text{C}$  kommer att överskridas drygt 1 % och  $24^{\circ}\text{C}$  under 18 % av lektionstiden om  $P_{25} = 8 \%$ .

Uteklimatet varierar emellertid under en och samma säsong varjämte det också förekommer stora variationer mellan olika år.

Utetemperaturen kan variera inom mycket vida gränser - så varierar t ex dygnsmedelvärdet under maj åren 1931-60 i Stockholm mellan  $-0^{\circ}$  och  $+20^{\circ}\text{C}$ . Cirka 15 % av alla dygn är medeltemperaturen ca  $+14^{\circ}$  eller högre (maj, Stockholm).

Vid en adekvat formulering av krav, som avser det termiska klimatet, bör man alltså ta hänsyn till att den övre gränsen för komfortområdet måste tillåtas bli överskriden en viss del av den tid lokalerna används, att denna tid måste kunna beräknas och att uteklimatet varierar säsongvis och årsvis.

I rapport 50/69, häfte 10, presenteras ett förslag till en klimatnorm för konventionella klassrum, vilken formulerats med hänsyn till dessa förhållanden. I normen anges

en övre gräns för rumstemperaturen, 25°C,  
 en tolerans för den tid, som detta värde kan tillåtas överskridas - 20 % av total lektionstid, och  
 att denna tid avser statistiskt verifierbara förhållanden under majmånader, dvs samtliga majmånader under en följd av år.

Till normen är knuten en standardiserad beräkningsmodell med regler för val av beräkningsförutsättningar.

Normens krav är tämligen mildt, men om det tillämpas kommer det ändå att ge bättre förhållanden än som rått i en stor del av tidigare byggda skolor. De något annorlunda förhållandena i studiehallar aktualiserar frågan om kravnivån är tillämpbar för dessa eller om man skall föreslå att kravet skärps eller mildras. Hänsyn bör tas till att skollokaler i framtiden alltmer kommer att användas även för andra aktiviteter och även under loven. Under sommarmånaderna då de yttre klimatbelastningarna är större än i maj, ställs större krav på ventilationssystemet.

## 52. Klimatpåverkande faktorer

### 52.1 Allmänt

Rumsklimatet är beroende av ett stort antal faktorer, som i stort sett kan uppdelas i

uteklimatet, dvs främst solinstrålning och lufttemperatur,

byggnadens utformning, dvs byggnadsmaterialens värmeisolerande och ackumulerande egenskaper, lokalernas orientering, fönstrens storlek, solskyddens effektivitet, klimatanläggningens utformning och användning, och

intern värmeutveckling, dvs värmeavgivning från personer, elbelysning och elektriska apparater.

Hur hög rumstemperaturen blir under olika förutsättningar beror på rummets värmebalans. Under stora delar av året är den interna värmeutvecklingen och solinstrålningen så stor, att dessa värmekällor är mer än tillräckliga för att hålla en önskad rumstemperatur, vilket innebär att man har snarare värmeöverskott än värmeunderskott.

Samspelet mellan de faktorer, som påverkar det termiska klimatet, är komplicerat, dels på grund av de fysikaliska förloppen, dels på grund av att flera av faktorerna är beroende av varandra.

### 52.2 Grundläggande beräkningsförutsättningar

I flera avseenden gäller andra förutsättningar för rumsklimat i studiehallar än i konventionella undervisningslokaler, såväl vad avser lokalernas storlek som deras utformning och deras användning. I hittills byggda skolor med studiehallar, har dessa vanligen en golvyta från ca 300 m<sup>2</sup> upp till ca 1 000 m<sup>2</sup> mot de för

klassrum och ämnesrum vanliga 60 m<sup>2</sup>. Hallarna kan tänkas bli placerade i centrala delar av relativt djupa byggnader och kan härvid komma att omges av lärosalar av konventionellt slag, dvs kan komma att sakna ytterväggar och fönster med normal bröstningshöjd. Slutligen torde lokalerna komma att användas tämligen kontinuerligt men med en under skoldagen varierande personbeläggning.

I jämförelse med konventionella lärosalar kommer i studiehallar en förhållandevis större del av rummets totala omslutningsytor att utgöras av tak- och golvytor, en mindre del av vägg- och fönsterytor. Detta medför att temperaturen på väggarna i en studiehall får mindre betydelse för den operativa temperaturen än i klassrum - utom givetvis för personer som uppehåller sig nära rummets hörn. Det termiska klimatet torde därför bli mera homogent i studiehallar än i klassrum, om hallarna utförts utan eller endast med högt sittande fönster.

I det följande redovisas synpunkter på konsekvenserna av dessa ändrade förutsättningar, med utgångspunkt från en serie beräkningar av resulterande rumsklimat i studiehallar, genomförda i enlighet med den i rapport 50/69 angivna modellen. Beräkningsdata valdes därvid i enlighet med de i föreliggande rapportens olika avsnitt studerade förutsättningarna beträffande t ex personbeläggning, byggnadsmaterial, belysning etc. Klimatstudierna har således inskränkts till att av de centralt i byggnadskroppen placerade lokalerna gälla endast studiehallar. De i det följande redovisade slutsatserna gäller emellertid givetvis i väsentliga delar även andra på sådant sätt placerade lokaler.

Resultaten av klimatstudierna redovisas för det första som förloppet av rumstemperaturen under lektionstid under en dag med viss utetemperatur (+14°C dygnsmedeltemperatur) och solinstrålning (Zon II, se fig 48). Dagar med högre eller lägre utetemperatur blir rumstemperaturen givetvis högre eller lägre, vilket i princip framgår av fig 34. För det andra redovisas varaktighetsdiagram (kumulativ fördelning) för temperaturer mellan 23 och 28°C, som kan förväntas under sammanlagd lektionstid under samtliga majmånader. Beräkningen av varaktighetskurvorna baseras på rumstemperaturens förlopp vid olika uteklimatbelastningar och den frekvens med vilken dylika belastningar kan väntas förekomma. De redovisade kurvorna gäller för orter inom zon II med bastemperaturen  $\bar{t} = +14^{\circ}\text{C}$ . (Se fig 48a.) Med hänsyn till det krav som ställs i normförslaget är varaktigheten av rumstemperaturer över 25°C av intresse i första hand.

Med hänsyn till de något annorlunda förutsättningarna har den i rapport 50/69, häfte 10, angivna beräkningsmodellen för konventionella klassrum modifierats. Valda beräkningsdata har modifierats med hänsyn till de annorlunda krav på artificiell belysning som ställs i en undervisningslokal, som saknar eller endast har små fönster. Att möjligheterna till regelbunden vädring, som normalt föreligger i konventionella klassrum, kan bli små eller obefintliga i studiehallar har också beaktats.

## 52.3 Studiehallens läge i byggnaden

Beroende på en lokals läge i byggnadskroppen blir en större eller mindre del av dess begränsningsytor utsatta för uteklimatet, och yttertak och ytterväggar som utsätts för solstrålning ger lokalen ett tillskott av värme. För detta slag av lokaler har detta värmetillskott liten betydelse i förhållande till den interna värmeutvecklingen från belysning och personer samt solinstrålningen genom eventuella fönster. Det kan därför vid de givna förutsättningarna ha liten betydelse om en studiehall ligger i en över- eller undervåning.

En hall i en 1-plansbyggnad med golv på mark får en lägre temperatur på grund av värmeförluster till marken än motsvarande lokal i en övervåning, se fig 35. Det framgår också att skillnaden i temperatur i en hall med små, väl skärmade fönster och en hall utan fönster blir obetydlig.

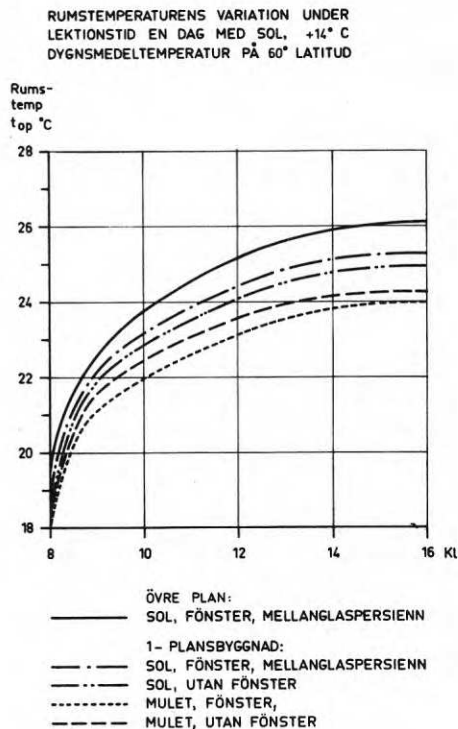


Fig 35 Rumstemperaturens beroende av lokalens placering i byggnaden. För beräkningarna har förutsatts en studiehall i enplansbyggnad eller placerad i övervåning. Yttertak av trapetskorrugerad plåt med värmeisolering (P). Golvet antages utfört av betong, täckt med nålfiltmatta. Värmen från belysning och de audiovisuella hjälpmedlen antages vara 20 watt per  $\text{m}^2$  golvyta, personbeläggningen 75 % ( $0,25$  personer/ $\text{m}^2$ ) motsvarande 22 watt/ $\text{m}^2$  (vid  $+20^{\circ}\text{C}$ ) och ventilationsluftflödet  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $\text{m}^2$  golvyta. Tilluftens temperatur antages vara  $1^{\circ}$  högre än uteluftens men lägst  $15^{\circ}$  mellan kl 8 och 16. Fönster i motstående fasader - mot norr resp söder - med sammanlagd nettoyta = 7 % av golvytan. Mellanglaspersienn.

## 52.4 Byggnadskonstruktionen

I rapport 50/69 framhålls att byggnadsmaterialet eller byggnadens värmelagringsförmåga starkt påverkar rumstemperaturen. De studerade konstruktionsalternativen avsåg rum i byggnader med genomgående "tung", "medeltunga" eller "lätta" material. Studiehallar torde av konstruktionstekniska och akustiska skäl alltid komma att utformas med en blandning av lätta och tunga material, dvs både av material med stor respektive liten värmelagringsförmåga. Golvet t ex kommer troligtvis att göras av betong, vilken har stor värmekapacitet. Möjligheten att utnyttja denna för temperaturutjämning kommer dock att reduceras något av den heltäckande matta, som torde komma att bli obligatorisk med hänsyn till akustiken. Motsvarande förhållande gäller taket om detta utförs av material med stor värmekapacitet. Utnyttjandet av denna kan bli mer eller mindre begränsad av ur akustisk synpunkt erforderliga ljudabsorbenter vid tak. Utformas dessa som undertak med mineralull erhålls en extra värmeisolering av takbjälklaget, som effektivt hindrar i lokalen utvecklad värme att magasineras i bjälklaget.

Även ljudabsorbenter, utformade som vertikalt placerade bafflar, kommer att hindra värmeutbytet mellan lokalen och takbjälklaget om än endast delvis; hur mycket beror på flera svårbedömbara faktorer. Genom sin "skuggverkan" hindrar bafflarna i viss mån värmeutbytet genom strålning. Om bafflarna är placerade så att de bromsar luftens rörelser vid takytan minskar den konvektiva värmeöverföringen. Luftrörelserna är också beroende av tilluftsdonens utformning och placering. Dessa kan möjligen bidra till att öka luft-rörelserna vid takytan.

Om takbjälklaget görs av lättbetong eller betong (inkl värmeisolering) blir temperaturen drygt 1 respektive 2°C lägre än om det görs av plåt.

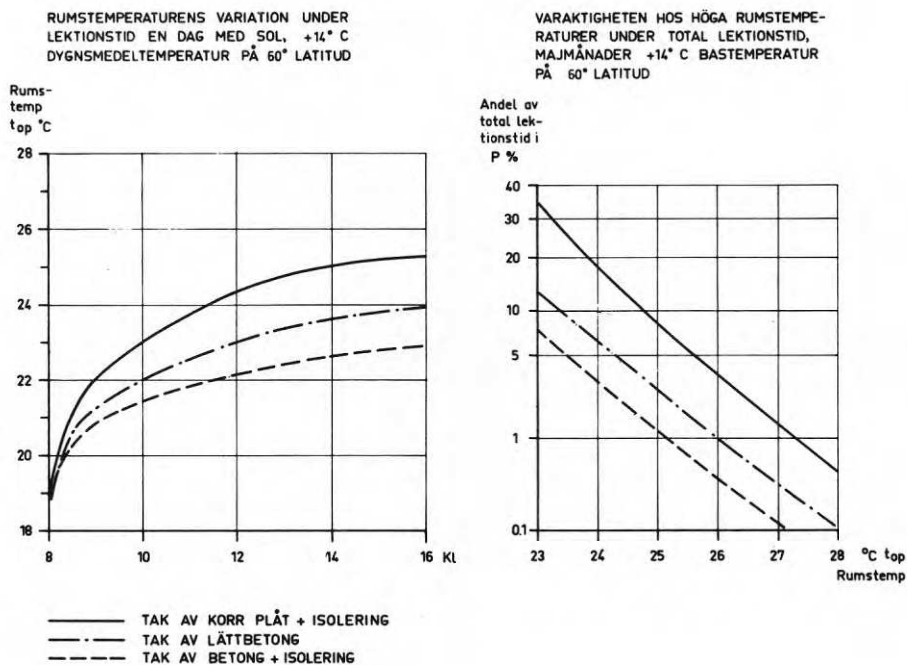


Fig 36 Rumstemperaturens beroende av takets värmelagringsförmåga. För beräkningarna har förutsatts en studiehall i enplansbyggnad med yttertak av trapetskorrugerad plåt med värmeisolerings (P), lättbetong (LB) resp betong (B). I övrigt gäller samma förutsättningar som för fig 35 (enplansbyggnad, sol).

Golvbjälklaget förutsätts vara av betong.

Med akustiskt undertak av mineralull vid bjälklag av lättbetong eller betong erhålls ett förlopp som praktiskt taget sammanfaller med alt P.

Anm.

Vid beräkning av temperaturförloppet för ett enstaka dygn har av praktiska skäl förutsatts dygnsstabilitet, vilket erhålls om uteklimatet varierat på samma sätt under det dygn som beräkningen avser som under de föregående dyggen. Detta antagande leder till vissa beräkningsfel. På grund av byggnadens värmetröghet blir beräknade värden på rumstemperaturen högre än de verkliga för dagar under den successiva ökningen av utetemperaturen under en värmebölja fram till dess kulmen. Dagarna efter blir de verkliga värdena däremot högre än beräknat. Vid beräkning av rumstemperaturens kumulativa fördelning (varaktigheten, högra figuren) tar emellertid dessa fel delvis ut varandra. Beräkningsfelet blir mindre ju mindre byggnadens värmetröghet är. Överslagsberäkningar visar att felet vid alt P endast rör temperaturer högre än 25°C vid de givna förutsättningarna och vid alt LB och B temperaturer över ca 24°C.

Golvbeläggningen kan genom sin värmeisolerande egenskap inverka på rumstemperaturen. Värmeisoleringen minskar värmeutbytet mellan bjälklagsplattan och rummet, samtidigt som den ger golvet en högre yttemperatur.

Kompakta, tunna beläggningar som linoleum o d har liten inverkan. Med nålfiltmatta resp tuftad matta som beläggning blir rumstemperaturen 0,2 å 0,3°C respektive ca 1°C högre än med linoleum.

Vid bedömningen av golvbeläggningens inverkan på temperaturen bör man emellertid givetvis även ta hänsyn till att en matta ger värmebehaglighet under den kalla årstiden.

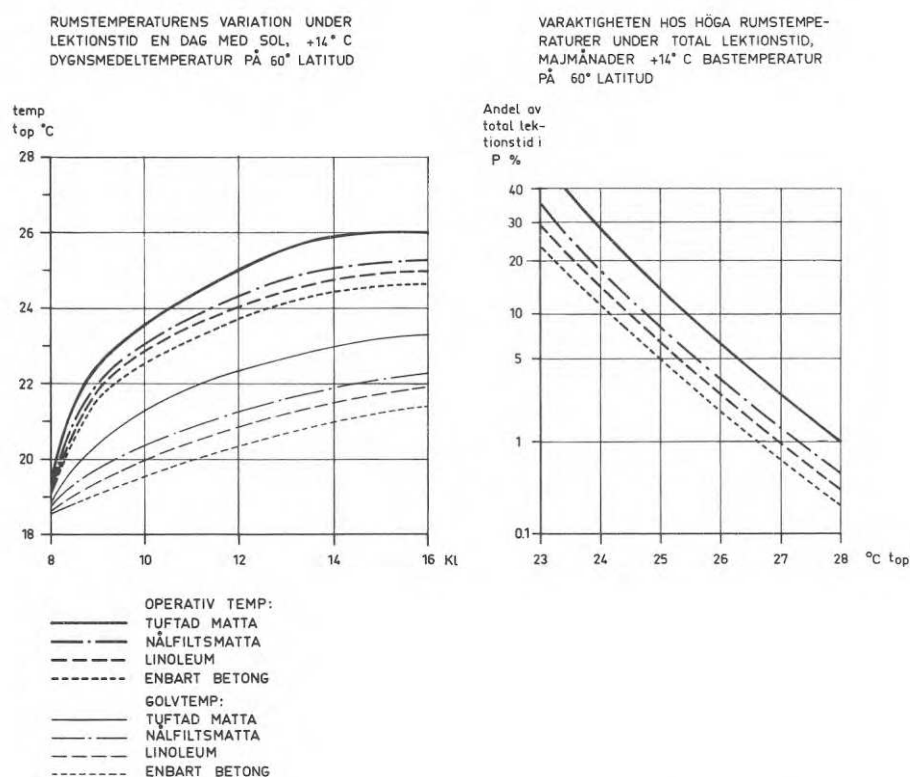


Fig 37 Rumstemperaturens beroende av golvbeläggningen  
För beräkningarna har förutsatts beläggning av linoleum, nålfiltmatta resp tuftad matta. I övrigt gäller samma förutsättningar som för fig 35 (enplansbyggnad, sol). Smärre avvikelser kan förekomma betingade av skillnader i olika mattkvalitetens (typer) egenskaper och tjocklek.  
Använda beräkningsdata:

|              | Tjocklek mm | $\lambda$ W/m, °C | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | c Wh/kg, °C |
|--------------|-------------|-------------------|--------------------------|-------------|
| Linoleum     | 3           | 0,13              | 1000                     | 0,23        |
| Nålfiltmatta | 4           | 0,09              | 200 <sup>1)</sup>        | 0,47        |
| Tuftad matta | 7           | 0,07              | 170 <sup>1)</sup>        | 0,47        |

1) Kan variera mellan ca 75 och 300.



## 52.5 Fönster, solskydd och orientering

Kombinationen av fönsterstorlek, solskydd och orientering är avgörande för solvärmeinläckningen genom fönstren. Även vid relativt små fönster (t ex fönsterband uppe vid tak) som är oskyddade, kan solvärmestillskotten bli betydande. Om fönstren är placerade på två motstående sidor är den öst-västliga orienteringen ogynnsammast. Genom ett oskyddat 2-glasfönster transmitteras under en klar dag i maj ca 3,5 - 4 kWh/dygn per m<sup>2</sup> glasyta vid orienteringar inom sektorn öster-söder-väster. Även med en så måttlig fönsteryta som motsvarar 10 % av golvytan (7 % glasyta) blir temperaturen ca 2° högre om fönstren är oskyddade än om de har utvändig persienn. En fördubbling av fönsterytan ger ungefär dubbla skillnader.

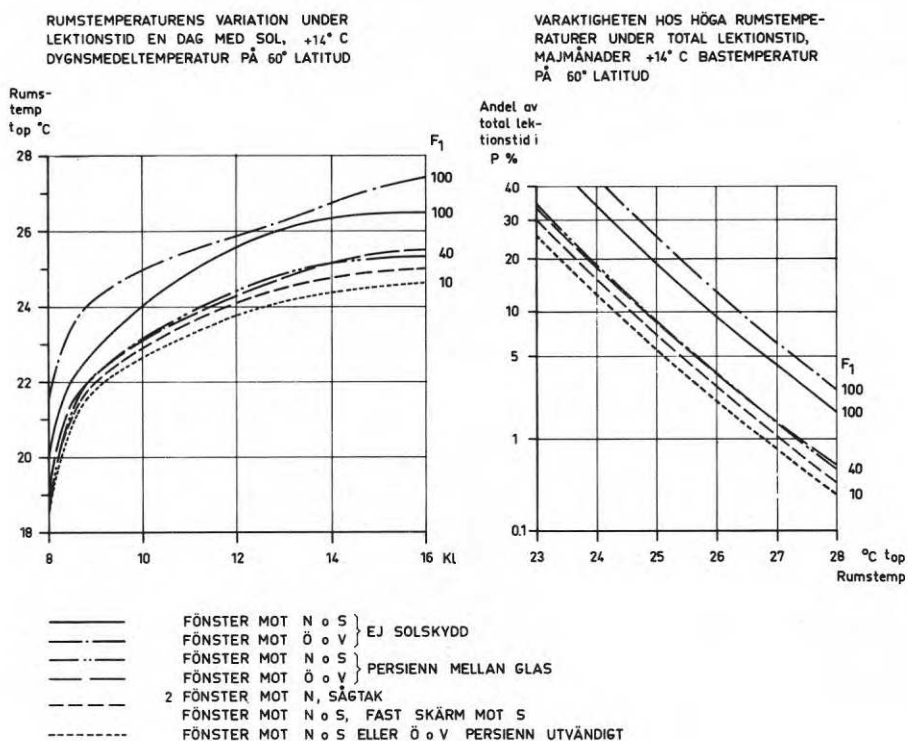


Fig 38 Rumstemperaturens beroende av fönsterorientering och solskyddsanordningar.

För beräkningarna har förutsatts hall med fönster i motstående fasader, orienterade mot söder och norr resp öster och väster. Förutsättningar i övrigt enligt text till fig 35 (enplansbyggnad, sol). Med kännedom om avskärmningsfaktorn ( $F_1$ ), kan man interpolera fram motsvarande kurvor för andra kombinationer av fönster och solskydd än ovan redovisade. ( $F_1$  erhålls ur tab 9)

Eventuella fönster bör om möjligt förses med någon form av solskydd. Manövrerbara solskydd kan för studiehallar med högt sittande fönster innebära vissa nackdelar. För att ge avsedd verkan fordras att de utnyttjas på rätt sätt, vilket torde vara mindre sannolikt i hallar än i konventionella undervisningslokaler, i vilka ansvarsfrågan lättare kan fixeras. En förutsättning för rätt användning

torde dock vara att solskydden är bekvämt manövrerbara från lokalen.

Eventuella fasta yttre solskydd, som är effektivast vid fönster med sydlig orientering kan utformas som lameller eller horisontella skärmar (utskjutande tak). Samtidigt som dessa avskärmar det direkta solljuset, utestängs emellertid också en del av himmelsstrålningen. En viktig förutsättning för utvändiga solskydd är att de är oåtkomliga för åverkan.

Fönstren kan givetvis också förses med specialglas - t ex reflekterande - eller med vanligt glas med beläggning av reflekterande folie. Med tanke på fönstren som ljusinsläpp bör man dock observera att dylika former av solskydd också minskar transmissionen av synligt ljus och således har i stort sett samma verkan som en minskning av fönsterglasytan. (Hedlund och Holmberg, 1972)

Om fönsterglasytan är förhållandevis liten blir också skillnaden i rumstemperatur vid olika solskydd relativt liten. Med utvärdig persienn blir temperaturen ca  $0,6^{\circ}\text{C}$  lägre än vid mellanglaspersienn om fönsterglasytan utgör 7 % av golvytan.

En utvärdig skärm (med utsprång lika med fönsterhöjden) vid sydorienterade fönster ger tillsammans med fönster mot norr ca  $0,3^{\circ}\text{C}$  lägre temperatur än vid mellanglaspersienn. För jämförelsens skull kan också nämnas att samma rumstemperatur också erhålles med två mot norr orienterade fönster i "sågtak".

Fönsterfasadernas orientering får liten inverkan om hallen har fönster i motstående väggar samt om solskydden är i bruk även innan lektionerna börjar på morgonen. Om man däremot inte kan förutsätta att fönster orienterade mot nordost-sydost är skyddade mot direkt sol t ex före kl 8 bör man vara återhållsam med fönsterarean i dessa väderstreck. Vid dessa orienteringar kommer nämligen ca 50 % av den instrålade energin under en dag in genom fönstren redan före kl 8, förutsatt att horisonten inte är skärmd.

## 52.6 Belysning

Man kan förutsätta att en studiehall används för normalt skolarbete ca 8 timmar per dag, medan ett ämnesrum på t ex högstadiet p g a raster och schemaläggning endast används ca 5 timmar per dag. Förutom att kraven på belysningen sätts högre i studiehallarna får man räkna med att belysningen hålles tänd hela dagen under hela skolåret, speciellt om fönstren är små eller helt saknas. Belysningen i ett klassrum-ämnesrum däremot behöver endast vara tänd under viss del av dagen, beroende på fönsterstorlek, verksamhet m m, viss del av skolåret.

För studiehallar med oventilerad armatur är belysningsvärmets den dominerande posten tillförd värme. En ökning av belysningseffekten med 10 å 12  $\text{W/m}^2$  golvyta höjer sålunda temperaturen med ca  $1^{\circ}\text{C}$ . Sådana belysningsarmaturer bör därför väljas, som har största möjliga ljusutbyte (jfr 6 BELYSNING).

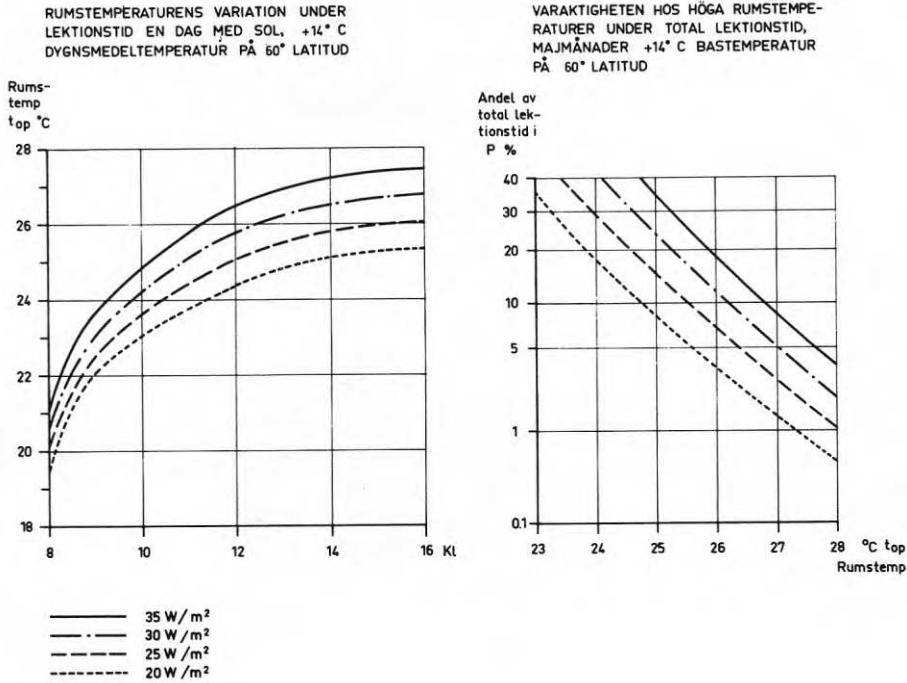


Fig 39 Rumstemperaturens beroende av värmeavgivningen från belysningen. För beräkningarna har förutsatts att värmen från elbelysningen inkl audiovisuella hjälpmedel är 20 resp 35 W/m<sup>2</sup> golvyta. Det lägre värdet svarar t ex mot ventilerade lysrör, det högre mot oventilerade lysrör eller glödljus, placerade så nära arbetsytorna att önskad belysningsstyrka erhålls utan att denna effekt överskrids. Förutsättningar i övrigt enligt text fig 35 (enplansbyggnad, sol). Motsvarande kurvor för 25 resp 30 W/m<sup>2</sup> har erhållits genom interpolering.

## 52.7 Persontäthet

Antalet personer som vistas i hallen kommer förmodligen att variera under dagen i större utsträckning än vad gäller klassrum och ämnesrum, och denna variation kommer enligt läroplanens intentioner inte att styras av lektionsschema i konventionell mening.

Vid inredningsstudierna har förutsatts en persontäthet av max 0,35 sittplatser per m<sup>2</sup> golvyta. Vid temperaturberäkningarna förutsätts att hallen kommer att vara belagd till 75 % av antalet tillgängliga platser i genomsnitt under skoldagen, vilket ger en dimensionerande persontäthet av 0,25 personer/m<sup>2</sup>.

Hittills gjorda erfarenheter tyder på att persontätheten för närvarande är betydligt lägre. Av en intervjuundersökning omfattande ett 10-tal skolor framgick att tätheten i genomsnitt under dagen var mycket olika i olika skolor: i fyra skolor 0,05, i två 0,1, i två 0,2 och i en 0,3 personer per m<sup>2</sup>. En orsak till denna

låga beläggning kan vara att skolformen är ny, och fasta arbetsformer ej hunnit utvecklas.

Kvällslektioner kan ha en viss inverkan på rumstemperaturen under påföljande dag förutsatt att ventilationssystemet inte förmår kyla ner hallen under natten. Om hallen används mellan kl 18 och 22 varje kväll och då har en beläggning av 0,2 personer per  $m^2$ , blir rumstemperaturen upp till  $0,5^{\circ}C$  högre under normal lektionstid än om kvällsundervisning inte förekommer. Förhållandet gäller för dygn med de förhållandevis höga temperaturer som kan förekomma i maj-september, medan under övriga månader med lägre utetemperatur skillnaden blir mindre.

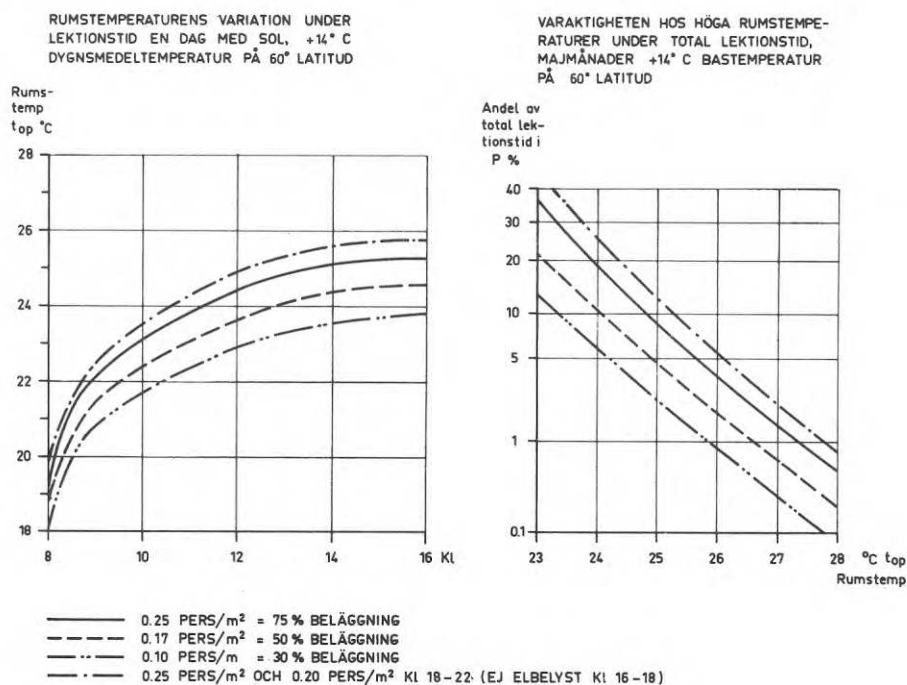


Fig 40 Rumstemperaturens beroende av personbeläggningen. För beräkningarna har förutsatts 75 %, 50 % resp 30 % beläggning av max antalet platser motsvarande 0,25, 0,17 resp 0,1 personer/ $m^2$  golvyta. Beläggningen under eventuell kvällsundervisning mellan kl 18<sup>00</sup> och 22<sup>00</sup> antages vara 0,2 personer/ $m^2$ . Förutsättningar i övrigt enligt text till fig 35 (enplansbyggnad, sol).

## 52.8 Ventilationsluftflödet

För konventionella klassrum med vädringsmöjligheter krävs enligt SBN-67 att det fläktstyrda uteluftflödet är ca  $15 m^3/h$  och person, vilket motsvarar  $7,5 m^3/h$  per  $m^2$  golvyta. För skollokaler som inte kan vädras är motsvarande krav  $20 m^3/h$  och person. För en studiehall med 75 % beläggning (0,25 personer/ $m^2$  golvyta) motsvarar detta  $5 m^3/h, m^2$ . Detta flöde är under gynnsamma förhållanden tillräckligt för att hålla rumstemperaturen på en lämplig nivå under en stor del av läsåret. Luft är emellertid en dålig värmebärare.

För att sänka rumstemperaturen med  $1^{\circ}\text{C}$  eller kompensera en ökning av värmetillskotten med ca  $10\text{ W/m}^2$  fordras att flödet ökas med mellan  $5$  och  $10\text{ m}^3/\text{h},\text{m}^2$ , alltså med  $100$  à  $200\%$ .

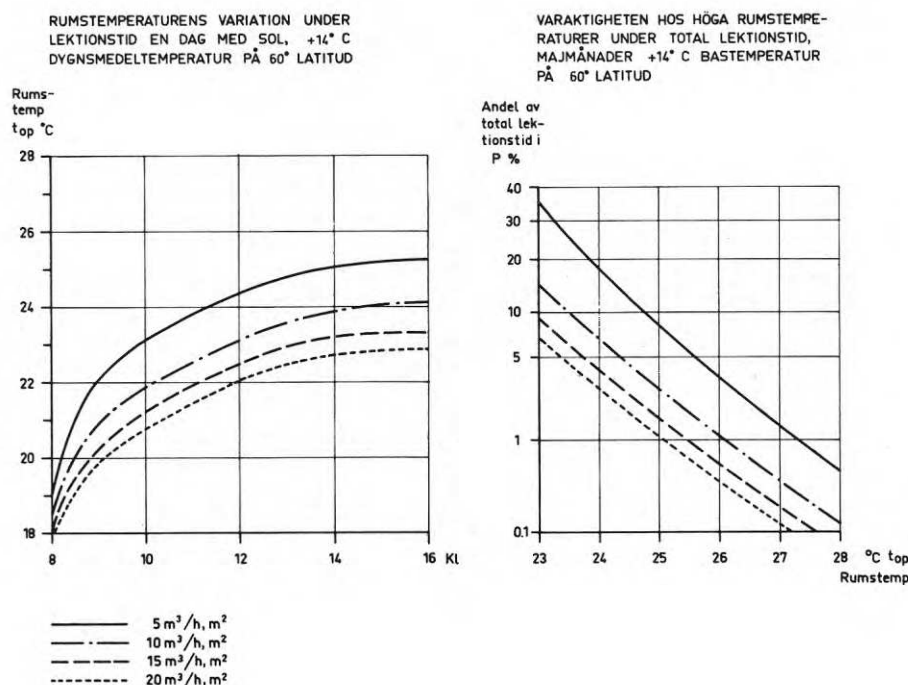


Fig 41 Rumstemperaturens beroende av ventilationsluftflödet. För beräkningarna har förutsatts ventilationsluftflöde mellan  $5$  och  $20\text{ m}^3/\text{h}$  och  $\text{m}^2$  golvyta, att tillluftens temperatur är  $1^{\circ}\text{C}$  högre än utluftens temperatur men lägst  $15^{\circ}\text{C}$  under skoltid och att fläktarna är i drift så stor del av dygnet som fordras för att rumsluftens temperatur skall ha sjunkit till  $17^{\circ}\text{C}$  före lektionernas början kl 8. Förutsättningar i övrigt enligt text till fig 35 (enplansbyggnad, sol).

Av fig 41 framgår att en ökning av luftflödet från t ex  $15$  till  $20\text{ m}^3/\text{h},\text{m}^2$  har mycket liten inverkan på operativa temperaturen. Detta beror bl a på att rumsytornas temperatur p g a byggnadens värmetröghet ändras i mindre grad än rumsluftens temperatur. Med större flöde följer emellertid också större luftrörelser, som har en avkylande verkan (se 53.2). Att ta hänsyn till dessa förhållanden vid beräkningar är för närvarande inte möjligt, emedan de fysikaliska sambanden mellan tilluftflöde och lufthastighet i vistelsezonen är ofullständigt kända.

## 52.9 Olika faktorerers samverkan

Som framgår av fig 36 har byggnadskonstruktionens värmekapacitet stor inverkan på rumstemperaturen. Om t ex takbjälklaget utföres

i betong i stället för plåt har detta samma verkan på rumstemperaturen som om ventilationsluftflödet ökas från 5 till  $15 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  (fig 42). Man får ungefär samma verkan om plåttaket byts mot lättbetong och om flödet samtidigt ökas från 5 till  $10 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$ .

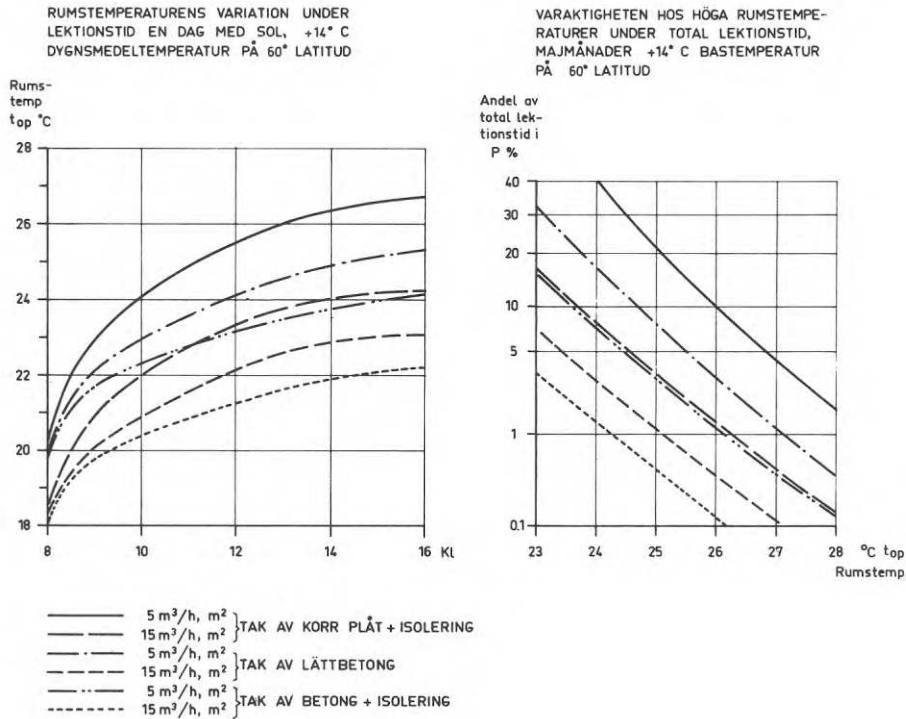


Fig 42 Ventilationsluftflöde - material (värmekapacitet).  
För beräkningarna har förutsatts ventilationsluftflödet 5 resp  $15 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  och ett belysningsvärmertilskott av  $30 \text{ W}/\text{m}^2$ . Förutsättningar i övrigt enligt text till fig 35 (enplansbyggnad, sol). Dagnsstabilitet har förutsatts - se anm i text till fig 36.

En ökning av belysningsvärmerna från 20 till  $30 \text{ W}/\text{m}^2$  medför att rumstemperaturen höjs med 1 å  $1,5^\circ \text{ C}$ . Denna höjning kan elimineras om t ex plåttaket byts mot lättbetong eller lättbetong mot betong.

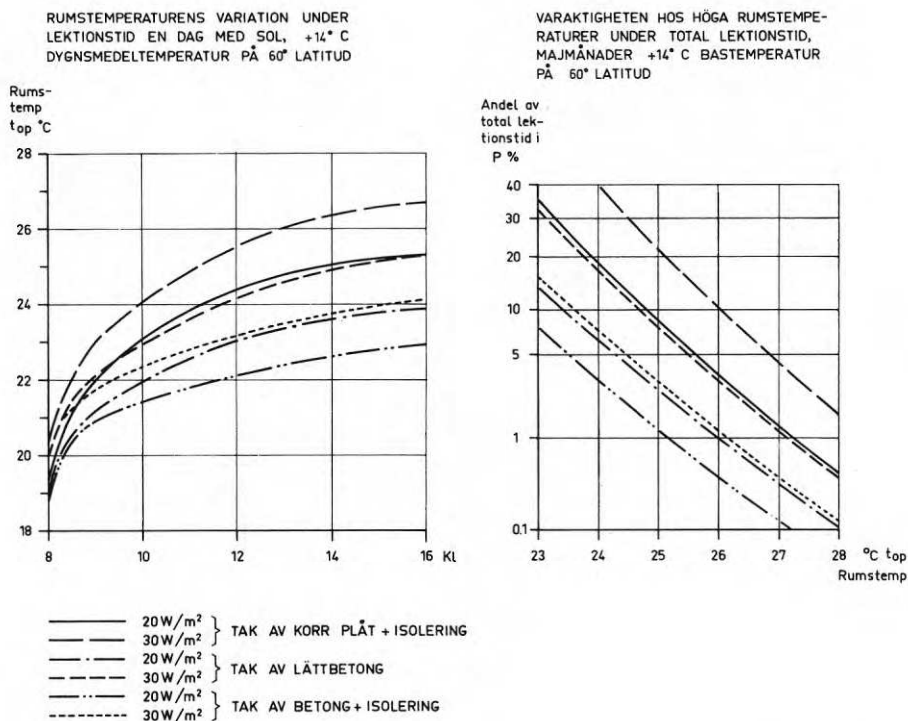


Fig 43 Belysning - material (värmekapacitet). För beräkningarna har förutsatts ventilationsluftflödet  $5 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  och ett belysningsvärmetilskott av 20 resp  $30 \text{ W}/\text{m}^2$ . Förutsättningar i övrigt enligt text till fig 35 (enplansbyggnad, sol). Dygnsstabilitet har förutsatts - se anm i text till fig 36.

### 53. Klimatplanering

Klimatplanering innebär att de byggnadstekniska faktorer, som påverkar rumstemperaturen, balanseras inbördes, främst genom val och anpassning av fönsterytor, solskydd, byggnadsmaterial och belysning mot beräknade erforderliga luftflöden, så att ställda krav kan tillgodoses. Det är därför viktigt att man på ett tidigt stadium av en byggnads projektering söker beräkna förväntade rumstemperaturer vid de valda förutsättningarna.

#### 53.1 Riktlinjer vid klimatplaneringen

Fönstren bör med hänsyn till solinstrålningens inverkan vara små såvida de inte förses med effektiva solskydd. Rörliga solskydd skall vara lätt manövrerbara. Fasta, yttre skärmar är effektivast vid sydligt orienterade fönster.

Fönster i östligt orienterade fasader bör vara små, såvida inte topografi, vegetation eller byggnader skärmar solen under morgontimmarna före skoldagens början, då solskydd i regel ej kommer till användning.

Belysningsarmaturens utformning och placering bör väljas så att man får önskad belysningsstyrka vid en till lokalen avgiven effekt som motsvarar högst  $35 \text{ W}/\text{m}^2$  golvyta.

Byggnadsmaterialets värmetekniska egenskaper bör beaktas vid materialvalet. Betong, tegel eller annat stenmaterial, som har stor värmekapacitet, bör i minsta möjliga mån täckas eller avskämmas av isolerande skikt. Erforderliga ljudabsorbenter kan av detta skäl förslagsvis utföras som vertikalt hängande bafflar.

Ventilationsluftflödet behöver i gynnsamma fall inte vara större än det minimiluftflöde, som krävs av hygieniska skäl enligt SBN-67 för att hålla rumstemperaturen på en lämplig nivå under en stor del av läsåret. Detta flöde kan emellertid bli otillräckligt under varma och soliga perioder. I synnerhet gäller detta om lokalerna även skall användas sommartid.

Kraven på stor kapacitet hos ventilationssystemet betyder inte enbart ökade anläggningskostnader. Vid den lägre värmebelastning, som råder under större delen av läsåret, kan överkapaciteten med hänsyn till de hygieniska kraven utnyttjas för återluftförling, som är gynnsam med beaktande av kostnaderna för uppvärmning av tilluften. Förutom en förbättrad driftekonomi under den kallare delen av året medger detta arrangemang samtidigt att systemet kan arbeta med ett större uteluftflöde under perioder med hög värmebelastning, varigenom lokalernas användbarhet under sommarmånaderna ökar.

Om det av klimattekniska och ekonomiska skäl inte är lämpligt att bortföra all överskottsvärme enbart genom att ventilera med icke kyld tilluft får man överväga maskinell kylning antingen genom att kyla tilluften eller genom att arrangera kylda ytor. För att i möjligaste mån begränsa anläggningskostnaderna bör man också utnyttja den möjlighet, som enligt SBN-67 medges, att reducera minimiluftflödet under de kallaste dagarna på året och dimensionera värmeanläggningen därefter. Speciellt i elvärmda skolor har detta stor betydelse med hänsyn till erforderlig anslutningseffekt. (För exempelvis Stockholm är dimensionerande utetemperatur  $-10^{\circ}\text{C}$  respektive  $-17^{\circ}\text{C}$  för lätta respektive tunga byggnader, men det är t ex endast 7 dygn per år i genomsnitt som utetemperaturens dygnsmedelvärde blir  $-10^{\circ}\text{C}$  eller därunder.)

## 53.2 Drag

Ventilationsluftflödets storlek begränsas av möjligheterna att tillföra luften utan besvärande drag. Som framgått av det föregående är dragtröskeln ca  $0,2\text{ m/sek}$  vid en lufttemperatur av  $22^{\circ}\text{C}$ , vid  $25^{\circ}\text{C}$  ca  $0,35\text{ m/sek}$ .

Under perioder då rumstemperaturen är hög kan man således ha ett större ventilationsluftflöde än under perioder då rumstemperaturen är låg. Detta betyder att totalflödet eventuellt bör kunna varieras så, att det vintertid då rumsluftens temperatur normalt är lägre, kan reduceras till sådan storlek att besvärande drag inte uppstår.

Maximalt tillåtet ventilationsluftflöde med hänsyn till dragrisken är förutom av skillnaden mellan rumsluftens temperatur och tillufttemperaturen starkt beroende av tilluftdonens utformning, höjd över golv, antal och placering. Enligt genomförda laboratorieundersökningar avseende olika lokaltyper såsom klassrum och kontorslandskap är det möjligt att med lämpligt utformade tilluftdon



tillföra ett flöde av upp till ca  $15 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  utan att lufthastigheten i uppehållszonen blir mer än  $0,20 \text{ m}/\text{sek}$  vid ca  $2,5$  à  $3 \text{ m}$  takhöjd och  $7$  à  $8^\circ\text{C}$  undertemperatur på tilluften (Svensson 1972, Blomqvist & Svensson 1972). Under likartade förutsättningar torde det då vara möjligt att, med hänsyn till dragrisken, tillföra större flöden än  $15 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  vid rumstemperaturer högre än  $22^\circ\text{C}$ .

### 53.3 Vädring

I konventionella klassrum används regelmässigt vädring under rasterna som ett medel att sänka rumstemperaturen, och under varma, soliga perioder sker vädring ofta även under lektionerna. Den senare möjligheten kan dock begränsas av trafikbuller eller andra störande ljud.

För att en studiehall med fönster vid tak skall bli genomvädrad fordras att flera fönster i helst två motstående väggar är öppna samtidigt. Risken för besvärande drag torde därvid vara stor. Under mycket varma dagar uppfattas dock ökade luftrörelser enbart som behagliga.

För genomvädring av en studiehall utan fönster via angränsande klassrum fordras att fönster öppnas i klassrum vid olika fasader. Helst bör detta göras i ett flertal klassrum för att varje del av hallen skall bli genomvädrad. Risken för drag i klassrum och hall måste härvid bedömas som stor, såvida inte utetemperaturen är hög. Att få vädringen genomförd regelbundet torde även stöta på organisatoriska problem, då dörrarna till klassrummen måste hållas öppna samtidigt med fönstren.

Ett alternativ är en enkel tillsatsventilation, t ex med fläktar som tar in uteluften direkt utan förvärmning eller filtrering samt med kompletterande frånluftfläktar.

### 53.4 Luftfuktighet

Ju mer värme en lokal tillföres desto större luftmängder krävs för att bortföra överskottsvärme under i övrigt analoga förhållanden, och desto lägre tenderar luftfuktigheten i lokalen att bli, såvida luften inte befuktas artificiellt. För att i möjligaste mån minska behovet av artificiell befuktning bör därför belysningsarmaturer och ev fönster utformas så, att värmestillskotten begränsas.

Förekomsten av statisk elektricitet hänger samman med luftfuktigheten och i hög grad med golvbeläggningen liksom även med individens klädsel o d. Materialvalet bör därför företrädesvis göras med syfte att undvika statisk elektricitet.

### 53.5 Temperaturförhållanden under andra månader än maj

Redogörelsen av klimatpåverkande faktorer berörde huvudsakligen temperaturförhållanden under maj månad i studiehall på en ort i zon II (mellersta delen av landet, se fig 48). Eftersom utetemperaturen är högre under tiden juni-augusti blir också rumstemperaturen genomgående högre dessa månader än i maj (se fig 44).

Skillnaderna mellan temperaturerna för de olika månaderna blir ungefär lika stora i zon I - södra Sverige - som i zon II. I zon III - norra Sverige - är skillnaden mellan utetemperaturerna - och följaktligen också rumstemperaturerna - under ifrågasvarande månader större än i södra Sverige.

Beroende på de speciella förutsättningar som gäller för ett givet fall kan motsvarande kurvor (värden) bli högre eller lägre än som visas i exemplet, fig 44. Skillnaden mellan olika månader blir dock i stort densamma. Med utgångspunkt från beräkningsresultat som avser t ex maj månad kan man alltså för ett givet fall direkt få motsvarande värden för andra månader.

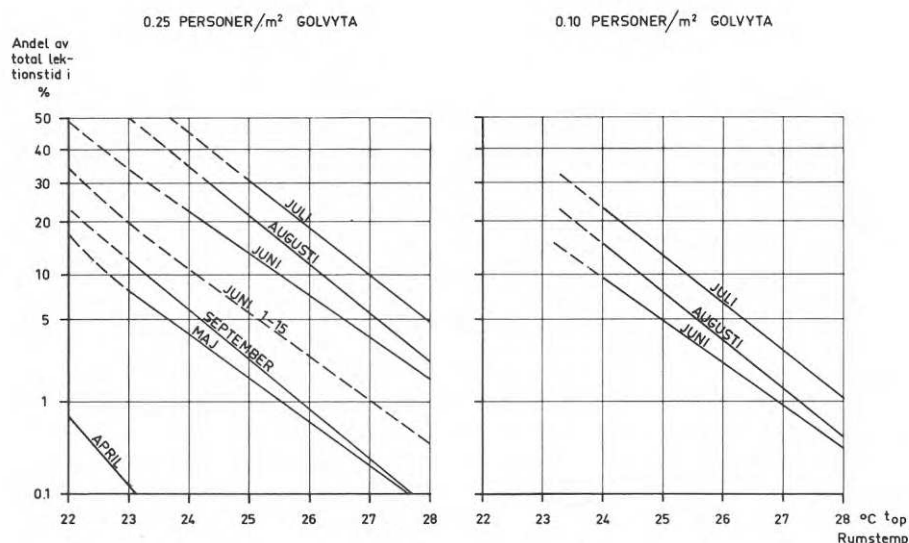


Fig 44 Exempel på rumstemperaturens varaktighet olika månader vid en persontäthet av 0,25 resp 0,1 personer per m<sup>2</sup> golvyta.

Som synes blir rumstemperaturerna under juni-september genomgående högre än i maj vid lika persontäthet (a), i juli ca 4,5°C högre. Om man kan förutsätta en lägre beläggning under sommarmånaderna, t ex 0,1 pers./m<sup>2</sup> (b) blir skillnaden mellan juli och maj ca 3°C. I norra delen av landet blir skillnaderna upp till 1°C större.

#### 54. Beräkning av rumstemperatur, kommentarer till klimatnorm

De beräkningar av rumstemperaturen som skall göras enligt normförslaget (bilaga, litt. 93) innebär en uppskattning av den tid en viss temperatur, i detta fall 25°C, kan komma att överskridas under de klimatförhållanden som råder i maj, enligt normförslaget under högst 10 % resp 20 % av lektionstiden, beroende på vädringsmöjligheterna i studiehallen.

Beräkningarna måste för närvarande göras i olika steg, dels med dator, dels manuellt. För att underlätta den inbördes avvägningen mellan fönsterstorlek, solavskärmning, ventilationssystemets kapacitet, byggnadsmaterial etc, som måste göras för att uppställda krav skall uppfyllas, har diagram för överslagsberäkningar uppgjorts (se fig 45, 46 och 47). Diagrammen kan användas både på ett tidigt stadium av projekteringen och för val av beräkningsdata vid kontrollberäkning med dator.

Om de datorbaserade kontrollberäkningarna visar att klimatkravet inte uppfyllts måste modifieringar av byggnad och klimatanläggning i ett eller flera avseenden göras (t ex ökning av ventilationsluftflöde, minskning av fönsteryta etc). Modifieringens omfattning kan endast bestämmas genom en passningsberäkning.

Som påpekats tidigare (se fig 36 anm.) ger det förenklade antagandet att dygnsstabilitet råder, ett visst beräkningsfel. Fullt jämförbara värden för byggnader med olika stor värmekapacitet fordrar mer omfattande beräkningar.

#### 54.1 Värmebalansberäkning

Beräkningar av rumstemperaturens dygnsförlopp - värmebalansberäkning - blir i och med de komplicerade termiska förloppen svåra och tidsödande att göra manuellt, om hänsyn skall tas till ett större antal inverkanfaktorer. Det finns ett flertal metoder för manuell beräkning<sup>1)</sup> liksom ett stort antal datorprogram,<sup>2)</sup> vilkas resultat visar sinsemellan mer eller mindre god samstämmighet, beroende på bl a omfattningen och graden av de approximationer och antaganden som nödvändigtvis måste göras för att beräkningarna skall kunna genomföras.

Det datorprogram som för närvarande är mest flexibelt och som anses ge de mest korrekta resultaten har utvecklats vid KTH av Brown (1964). Bring som utförde programmeringsarbetet har senare kompletterat programmet i samarbete med Isfält. För de studier av olika faktorerers inverkan på rumstemperaturen som genomförts under utredningens gång har detta program använts och även valts för den föreslagna normerade beräkningsmetoden.

Beträffande normerade beräkningsdata, se bilaga, litt 93.

1) Adamson (1968), Becker, Myklebost och Tuomola (1969), Andersen (1971) m fl.

2) En del svenska program finns översiktligt redovisade i Byggnadsforskningens rapport R1:1970 samt förtecknade i Byggnadsforskningens informationsblad B3:1972. Utöver dessa kan nämnas ett program för en elektrisk analogiräknemaskin, vilket utvecklats vid Danmarks Tekniska Högskola av Korsgaard & Lund (1965) samt ett program uppgjort vid Danmarks Ingeniörsakademi (Andersen, 1971 och Andersen & Boström 1972). Vidare har Ekono, Föreningen för Kraft- och Bränsleekonomi, Helsingfors, ett program.

## 54.2 Kommentarer till förslag till klimatnorm för studiehallar

Med hänsyn till den, i jämförelse med traditionella klassrum, annorlunda utformningen och användningen av s k studiehallar har det tidigare normförslaget, rapport 50/69, häfte 10, pkt 22, modifierats. Det modifierade förslaget redovisas i bilaga 93.

Förslaget avser det termiska klimatet i studiehallar under maj-månader. För studiehall som antages vara i bruk även under sommarlovet bör förhållandena under juli, beräknade med hänsyn till förutsedd persontäthet och utnyttjandetid, vara dimensionerande.

För konventionella klassrum har föreslagits att temperaturen  $25^{\circ}\text{C}$  får överskridas under högst 20 % av sammanlagd lektionstid under majmånader. Det förutsätts att klassrummet kan vädras i temperatursänkande syfte.

I nedanstående uppställning<sup>1)</sup> framgår konsekvenserna av olika kravnivåer avseende erforderligt ventilationsluftflöde för studiehallar på orter med bastemperaturen  $\bar{t} = 15^{\circ}$  (maj) med olika material i takbjälklag, olika läge i byggnaden och olika belysnings-effekt.

| Material i takbjälklag           | Läge    | Belysning<br>$\text{W/m}^2$ golvyta | Flöde $\text{m}^3/\text{h}, \text{m}^2$ vid olika kravnivå $P_{25}$ (maj) |        |         |
|----------------------------------|---------|-------------------------------------|---|--------|---------|
|                                  |         |                                     | 20 %  | 10 %   | 5 %     |
| Plåt +<br>isolering              | 1-plan  | 20                                  | 5   | 7      | 10      |
|                                  |         | 30                                  | 7   | 12     | 20      |
|                                  | Övervån | 20                                  | 5,5   | 9      | 16      |
|                                  |         | 30                                  | 10  | 20     | >20     |
| Lättbetong<br>(ej under-<br>tak) | 1-plan  | 20                                  | 5   | 5      | 5       |
|                                  |         | 30                                  | 5   | 6,5(5) | 10(8)   |
|                                  | Övervån | 20                                  | 5   | 5      | 8(6,5)  |
|                                  |         | 30                                  | 5   | 10(8)  | >20(18) |
| Betong<br>(ej under-<br>tak)     | 1-plan  | 20                                  | 5   | 5      | 5       |
|                                  |         | 30                                  | 5   | 5      | 6(5)    |
|                                  | Övervån | 20                                  | 5   | 5      | 5       |
|                                  |         | 30                                  | 5   | 6(5)   | 14(8)   |

Siffrorna inom ( ) är värden reducerade med hänsyn till att de verkliga rumstemperaturerna blir lägre än de beräknade, för vilka dygnsstabilitet antagits gälla.

För det ogynnsammaste fallet, studiehall i övervåning och med plåttak, tillgodoses  $P_{25} \leq 10\%$  om luftflödet uppgår till  $20 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$  golvyta.

1) Värdena är överslagsmässigt beräknade enligt fig 45-47.

## 54.3 Diagram för överslagsberäkningar

Till hjälp vid projektering av studiehallar har konstruerats diagram för överslagsberäkning baserade på resultat från datorberäkningar.

I diagrammen, fig 45-47, kan direkt beräknas  $P_{25}$ -värdet - den andel i procent av total lektionstid som rumstemperaturen kommer att överstiga  $25^{\circ}\text{C}$  - angivet som funktion av utetemperaturens basvärde  $\bar{t}$  med ventilationsluftflödet som tredje parameter. Beräkningsförutsättningarna har valts enligt den föreslagna klimatnormen och utgörs dels av generella data, dels av objektbundna data såsom byggnadsmaterial, fönsteryta, belysning etc.<sup>1)</sup> De objektbundna data som ingått vid datorberäkningarna redovisas i tabell 5. Med hjälpsdiagram och korrektionsvärden i tabell 5 kan omräkningar göras för annan belysningseffekt, golvbeläggning etc. I diagrammen har lagts in en skala för en hjälpparameter,  $x$ . Mot varje  $x$ -värde svarar ett visst  $P_{25}$ -värde.<sup>2)</sup>

Det föreslagna klimatkravet hänförs till uteklimatet under maj, men med hänsyn till att skolorna numera ofta planeras för andra aktiviteter än vanligt skolarbete och även kan komma att användas sommartid har diagram även uppgjorts för maj och juli. Bastemperaturen  $\bar{t}$  för den aktuella orten bestäms med ledning av temperaturzonkartor, som avser maj och juli (fig 48).

| Förutsättningar för beräkningsdiagrammen   | Annan förutsättning  | Korrektion $\Delta x$                   |
|--|--|---|
| <b>Byggnadskonstruktion:</b>   |  |   |
| 1-plansbyggnad m betongbjälklag + värmeisol på mark  | Betongbjälklag över kryputrymme<br>Övertäckning i 2- eller flerplansbyggnad  | + 0,3<br>+ 0,3                          |
| Mellanväggar av gipsskivor på stålstomme   | Tegel, 1-sten<br>Lättbetong, 2 x 70 mm   | - 0,4<br>- 0,1                          |
| <u>Golvbeläggning:</u> nålfiltmatta  | Enbart betong<br>Linoleum, plast med motsv. värmetekniska egenskaper<br>Tuftad matta   | - 0,2<br>- 0,1<br>+ 0,3                 |
| <u>Fönster:</u> normala 2-glas, med glasyta $A_f$ motsvarande 7 % av golvytan $A_g$ och lika fördelad på två motstående väggar | Fönster saknas   | - 0,1                                   |
| <u>Solvskärmning:</u> mellanglaspersienner $F_1 = 40$ % i bruk då fönstren är solbelysta, $A_f/A_g = 0,07$                     | $\Delta F_1 = \pm 10$ %<br>Ex. Utvändigt persienn $F_1 = 10$ } För övriga kombinationer se 93.<br>Vit, tät gardin invändigt $F_1 = 45$ }<br>Mörk, gles " " $F_1 = 82$ } tab 9  | $\pm 0,08$<br>- 0,25<br>+ 0,05<br>+ 0,3 |
| Korrektionsvärden avseende solavskärmning står i ungefär direkt proportion till kvoten $A_f/A_g$                               | Yttre, horisontell skärm med utsprång lika fönsterhöjden för fönster mot söder   | - 0,1                                   |
| <u>Orientering:</u> fönster mot $0^{\circ}$ (S) och $180^{\circ}$ (N)  | Annan orientering:<br>Solvskärmning i bruk då fönstren är solbelysta<br>" " ej i bruk före kl 8:<br>" " ena fönsterväggen mot $-135^{\circ}$ (NO), fri horisont<br>" " " " $-90^{\circ}$ (O), " " " " " "<br>" " " " $-45^{\circ}$ (SO), " " " " " " | 0<br>+ 0,1<br>+ 0,2<br>+ 0,1            |
| <u>Elbelysning:</u> 20 W/m <sup>2</sup> golvyta, kl 8-16   | Annan effekt   |   |
| <u>Persontäthet:</u> 0,25 pers/m <sup>2</sup> golvyta (22 W/m <sup>2</sup> vid $+20^{\circ}$ )                                 | 0,17 pers/m <sup>2</sup> (50 % beläggning)<br>0,1 " " (30 % " " )  | - 0,25<br>- 0,5                         |
| Tilluftstemperatur lika uteluftens temperatur $+1^{\circ}\text{C}$ , men lägst $+15^{\circ}$ under lektionstid                 |  |   |
| <u>Geografiskt läge:</u> ZON II  | Zon I<br>Zon III   | - 0,1<br>+ 0,1                          |

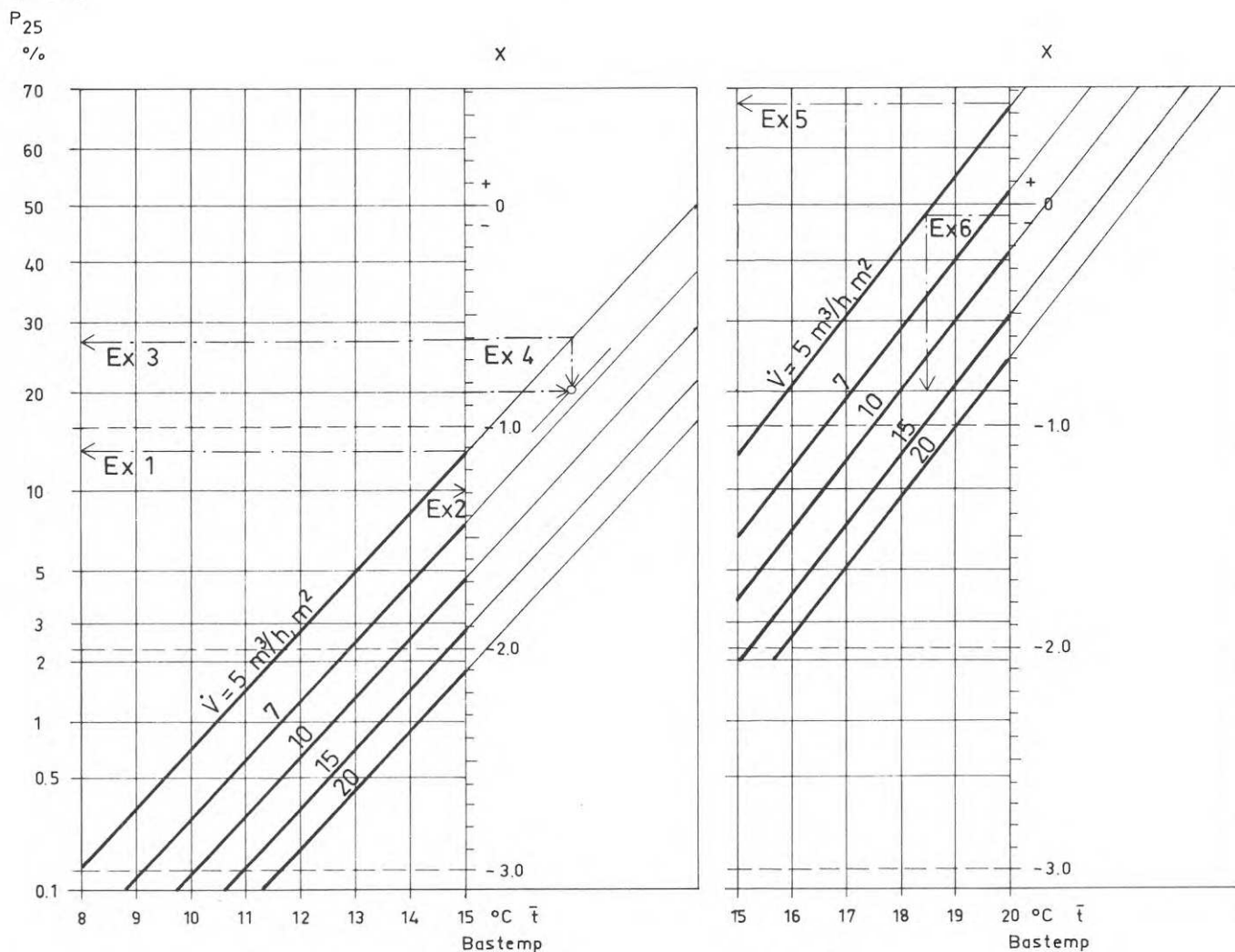
Tabell 5 Förutsättningar jämte korrektionsvärden för beräkningsdiagram, se fig 45-47.

1) Förutsättningarna stämmer givetvis mer eller mindre väl med aktuella projekt, men torde ändock ge viss ledning vid val av data för en kontrollberäkning med dator.

2) Diagrammen har konstruerats på normalfördelningspapper ESSELTE nr 4491.

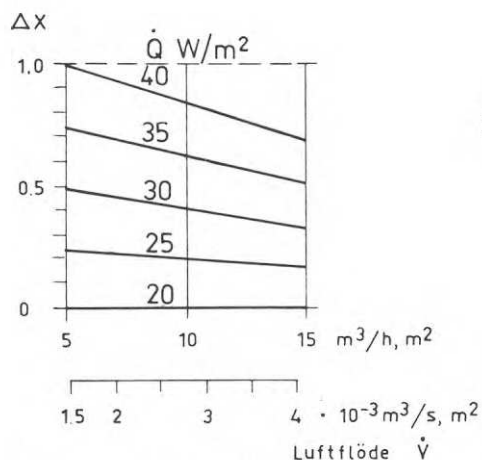
## TAK AV PLÅT INKL VÄRMEISOLERING

Andel av  
total lek-  
tionstid



a) Maj

b) Juli



c) Korrektion för intern  
värmeutveckling  $\dot{Q}$ .

Fig 45 Rumstemperaturens ( $t_{op}$ ) varaktighet över  $25^\circ\text{C}$  ( $P_{25}\%$ ) som funktion av ventilationsluftflödet ( $\dot{V}$ ) och bastemperaturen ( $\bar{t}$ , erhålls ur fig 48).

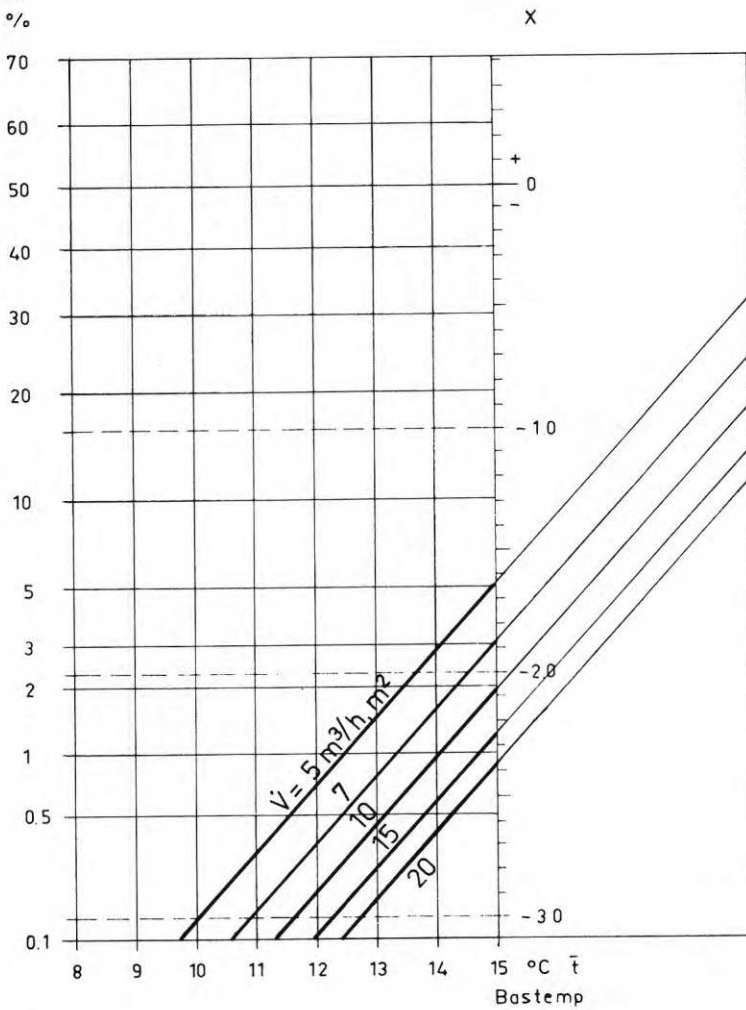
Yttertak av profilerad stålplåt med 100 mm värmeisolerings av mineralull eller motsvarande. Övriga data enligt tabell 5. För ev akustiskt undertak med mineralull som ljudabsorbent görs en korrektion  $\Delta x = +0,1$  vid denna takkonstruktion.

Anm. Dygnsstabilitet har förutsatts. Vid denna konstruktion påverkar detta huvudsakligen rumstemperaturer högre än  $25^\circ\text{C}$ , se fig 36.

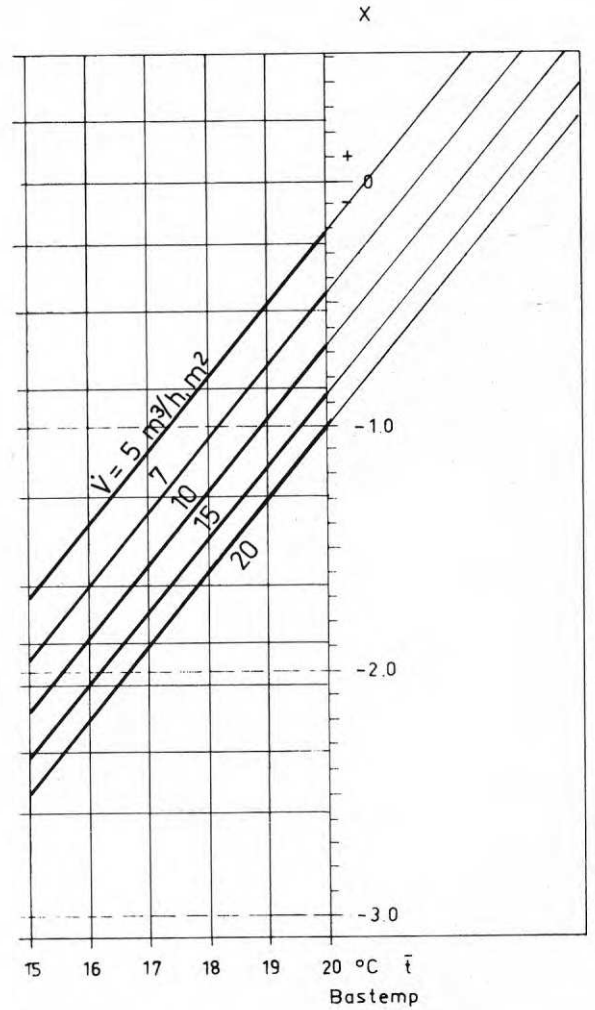
TAK AV LÄTTBETONG

Andel av total lek-tionstid

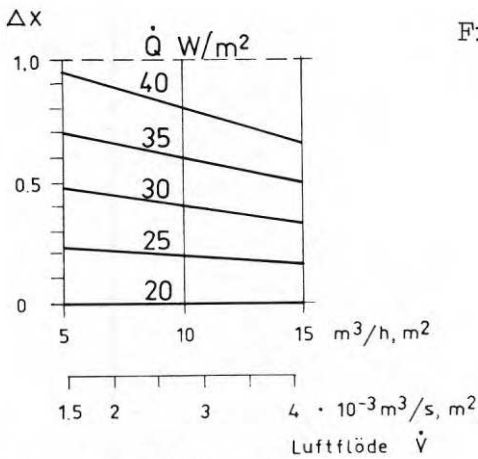
P<sub>25</sub>  
%



a) Maj



b) Juli



c) Korrektion för intern värmeutveckling  $\dot{Q}$ .

Fig 46 Rumstemperaturens ( $t_{op}$ ) varaktighet över  $25^{\circ}\text{C}$  ( $P_{25}\%$ ) som funktion av ventilationsluftflödet ( $\dot{V}$ ) och bastemperaturen ( $\bar{t}$ , erhålls ur fig 48).

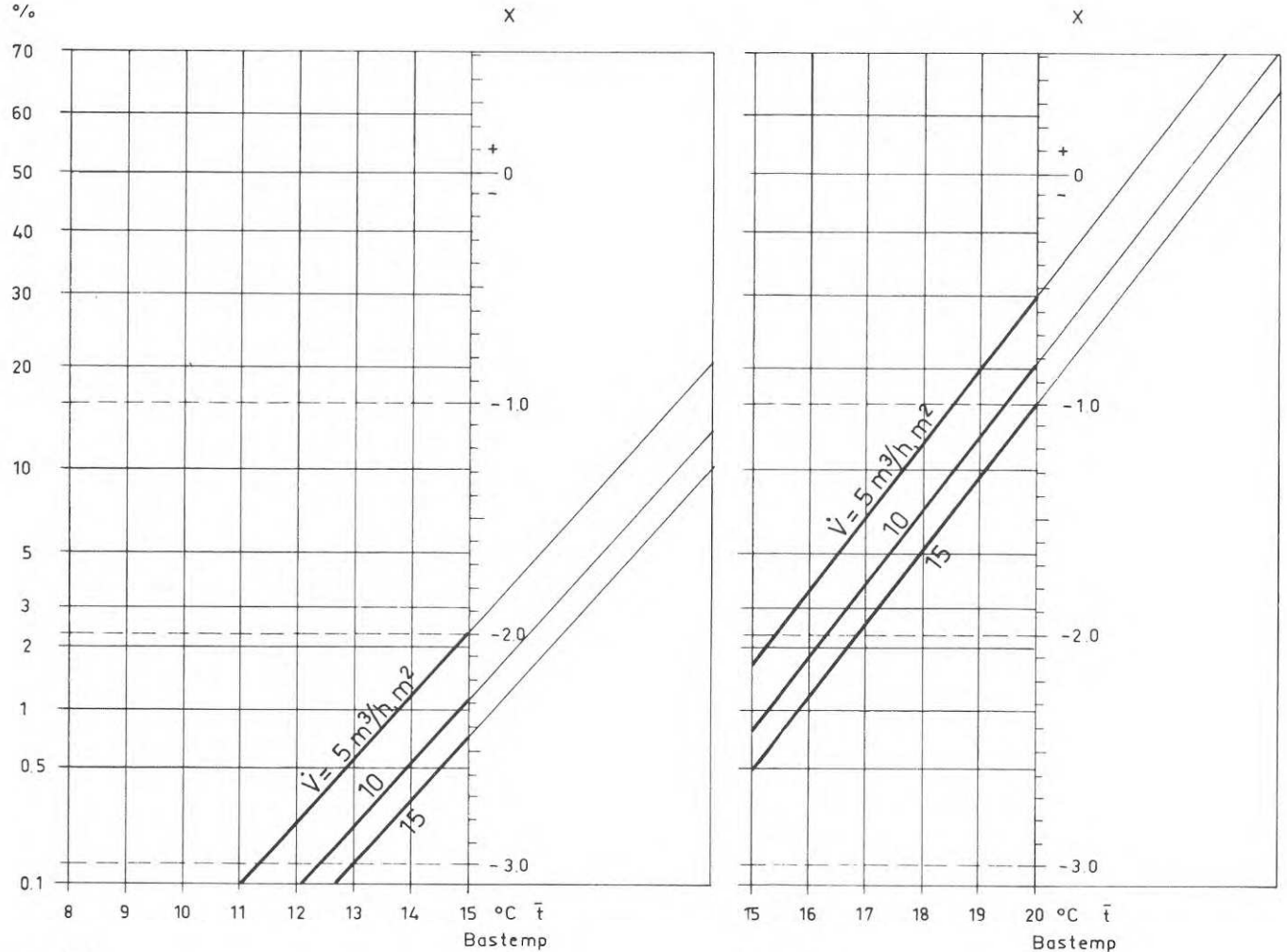
Yttertak av lättbetong (ej undertak eller annan beklädnad av takets insida). Övriga data enligt tabell 5. Med undertak med värmeisolering erhålls praktiskt taget samma värden som för plåttak, fig 45.

Anm. Dygnsstabilitet har förutsatts. I verkligheten blir värdena lägre, se fig 36. Förslagsvis reduceras  $P_{25}$ -värdena med ett värde motsvarande  $\Delta x = -0,1$  vilket torde ge något bättre värden vid jämförelser mellan olika konstruktioner.

TAK AV BETONG

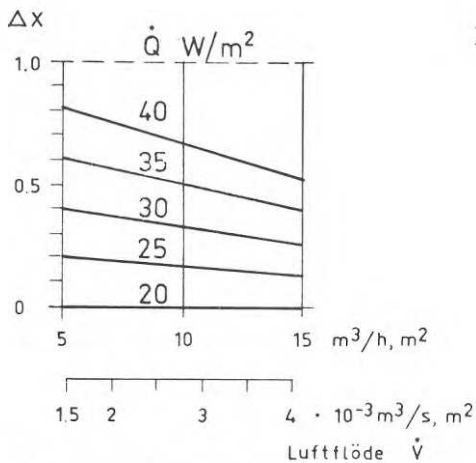
Andel av total lek-tionstid

$P_{25}$   
%



a) Maj

b) Juli



c) Korrektion för intern värmeutveckling  $\dot{Q}$ .

Fig 47 Rumstemperaturens ( $t_{op}$ ) varaktighet över 25°C ( $P_{25}\%$ ) som funktion av ventilationsluftflödet ( $\dot{V}$ ) och bastemperaturen ( $\bar{t}$ , erhålls ur fig 48).

Yttertak av betong med värmeisolering (ej undertak eller annan beklädnad på takets insida). Övriga data enligt tabell 5. Med undertak med värmeisolering erhålls praktiskt taget samma värden som för plåttak, fig 45.

Anm. Dagnsstabilitet har förutsatts. I verkligheten blir värdena lägre, se fig 36. Förslagsvis reduceras  $P_{25}$ -värdena med ett värde motsvarande  $\Delta x = -0,2$  vilket torde ge något bättre värden vid jämförelser mellan olika konstruktioner.



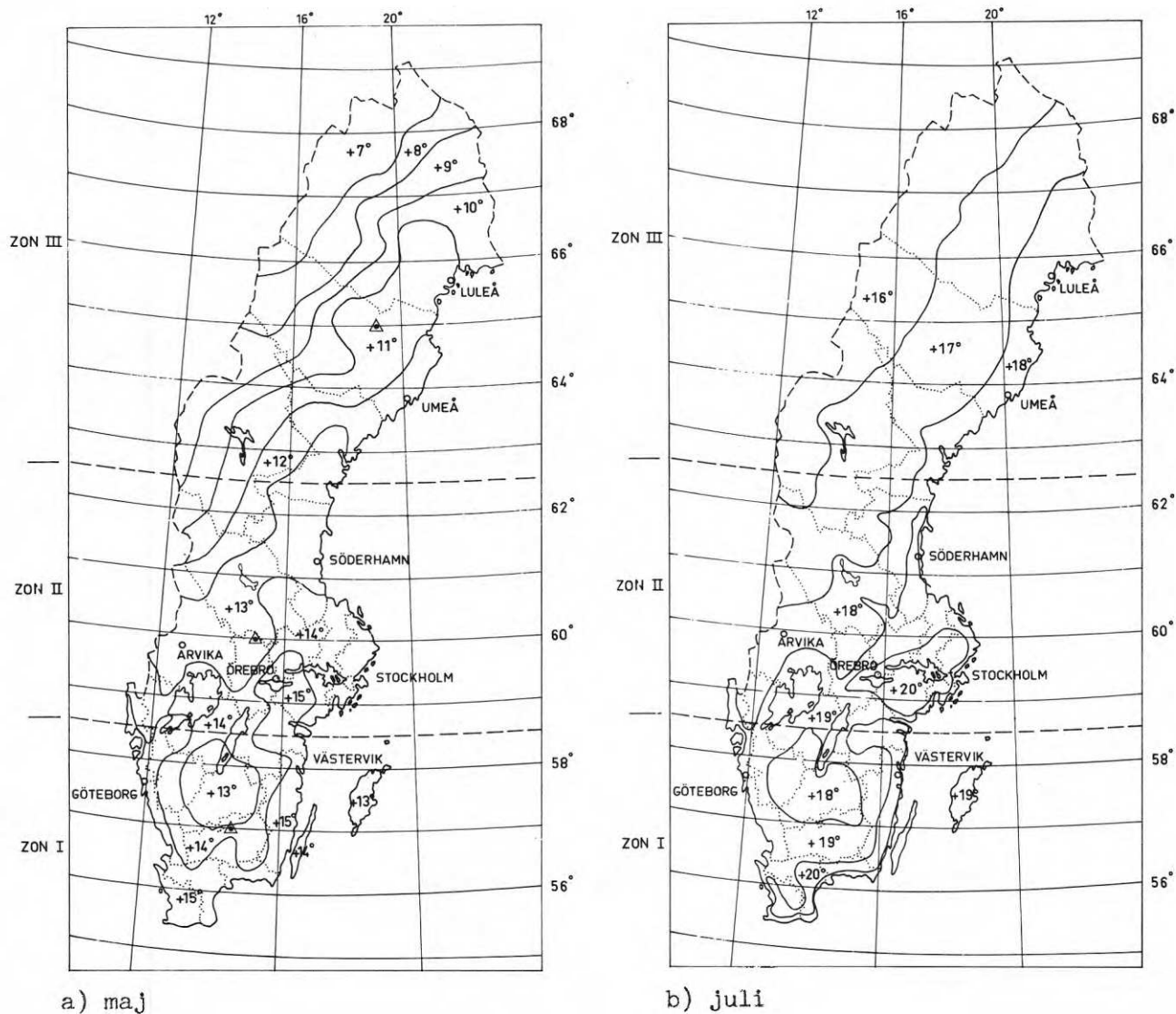


Fig 48 Zonkarta över utetemperaturens basvärde  $\bar{t}$ , som är lika med utetemperaturens månadsmedelvärde plus standardavvikelsen för dygnsmedeltemperaturen för maj och juli.

Anm. Diagrammen för juli gäller under förutsättning att solinstrålningen är densamma som under maj, vilket är fallet för vissa väderstreck. Inom en sektor (SO-S-SV) är skillnaderna mellan olika månader sommartid så små att de saknar betydelse för de aktuella överslagsberäkningarna. Skillnaden i solinstrålning har även praktiskt liten betydelse om solavskärmningen är effektiv.

## 54.4 Beräkningsexempel

Antag att man i Örebro skall uppföra en skola med studiehall i en enplansbyggnad med tak av plåt och i övrigt med de förutsättningar som gäller för beräkningsnomogrammen och som framgår av tabell 5.

Enligt kartan fig 48 a ligger Örebro i zon II och utetemperaturens basvärde  $\bar{t} = 15^{\circ}$  för maj.

## Exempel 1

Beräkna  $P_{25}$  för maj under antagande att ventilationssystemet dimensionerats för ett flöde av  $5 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$ , vilket motsvarar minflödet enligt SBN-67, se normförslaget, bilaga 93.

(Diagrammet gäller för  $\dot{Q} = 20$ )

Enligt fig 45 a erhålles för  $\bar{t} = 15$  och  $\dot{V} = 5$

$$P_{25} = 13 \%$$

Detta flöde är alltså tillräckligt om man ställer kravet  $P_{25} \leq 20 \%$  för maj.

## Exempel 2

Beräkna erforderligt flöde om man i stället kräver  $P_{25} \leq 10 \%$  för maj.

Enligt fig 45 a blir för  $P_{25} = 10$  och  $\bar{t} = 15$ , flödet  $\dot{V} \sim 6$ .

## Exempel 3

Beräkna  $P_{25}$  om flödet  $\dot{V} = 5$  och värmeutvecklingen från belysningen  $\dot{Q} = 30 \text{ W/m}^2$  i stället för 20. Eftersom nomogrammen gäller för  $20 \text{ W/m}^2$  införes ett korrektionsvärde för  $x$ . Detta beräknas med hjälp av nomogrammet i fig 45 c.

För  $\dot{V} = 5$  och  $\dot{Q} = 30$  erhålles

$$\Delta x = 0,5$$

Detta skall läggas till det  $x$ -värde som erhålls i fig 45 a för  $\dot{V} = 5$  och  $\bar{t} = 15$  nämligen  $x = -1,1$ .

Det sökta  $x$ -värdet blir då

$$x = -1,1 + 0,5 = -0,6$$

som svarar mot  $P_{25} = 27 \%$  enl fig 45 a.

## Exempel 4

Beräkna erforderligt flöde för att kravet  $P \leq 20 \%$  (maj) skall uppfyllas vid  $\dot{Q} = 30 \text{ W/m}^2$ .

Enligt exempel 3 blev  $P_{25} = 27 \%$  ( $x = -0,6$ ). Mot  $P_{25} = 20 \%$  svarar enligt fig 45 a

$$x = -0,85.$$

Flödet skall alltså ökas så mycket som motsvaras av skillnaden mellan dessa två värden, nämligen

$$\Delta x = -0,85 - (-0,6) = -0,25.$$

Man beräknar det sökta flödet på sätt som markerats med pilar i fig 45 a och får

$$\dot{V} \sim 6,5.$$

Antag att studiehallen också kan komma till användning under sommarlovet. Enligt kartan, fig 48 b är i Örebro utetemperaturens basvärde  $\bar{t} = 20^\circ$  för juli.

## Exempel 5

Beräkna  $P_{25}$  för juli om de ursprungliga förutsättningarna enligt exempel 1 gäller, nämligen om  $\dot{V} = 5$  och  $\dot{Q} = 20 \text{ W/m}^2$  och person-tätheten  $0,25 \text{ pers/m}^2$ .

Enligt fig 45 b blir

$$P_{25} = 67 \% (x = 0,45)$$

## Exempel 6

Om man utgår från en persontäthet av  $0,1 \text{ pers/m}^2$  i stället för  $0,25 \text{ pers/m}^2$  som förutsatts under läsåret kan det erhållna  $P_{25}$ -värdet reduceras. Enligt tabell 5 erhålles korrektionsfaktorn  $\Delta x = -0,5$  för  $0,1 \text{ pers/m}^2$ . Vi får

$$x = 0,45 - 0,5 = -0,05$$

Detta motsvaras enligt fig 45 b av

$$P_{25} = 48 \%.$$

Önskas en förbättring till  $P_{25} = 20 \%$  kan detta uppnås om  $\dot{V}$  ökas från 5 till 12 (se ex.pil i fig 45 b).

55. Litteraturförteckning

- Adamson, B Värmebalans vid rum och byggnader. Tekniska Högskolan i Lund. Institutionen för byggnadskonstruktionslära, arbetsrapport 1968:1
- Adamson, B Val av klimatdata vid beräkning av högsta rumslufttemperatur. Byggeforskningen, rapport R49:1970
- Andersen, B Bygningers varmebalance. Danmarks Ingeniørakademi, Bygningsavdelningen. Köpenhamn 1971a.
- Andersen, B  
Boström, T Värmebalansberäkning på programmerbar elektronisk kalkylator. VVS nr 8, 1972.
- Andersen, B Beregning av temperaturforløb i bygninger. Dansk VVS nr 5, 1971. Ingår som särtryck i BIM 71. SBI:s indeklimatiske undersøgelser. SBI-rapport 80. Köpenhamn 1971b.
- Becker, P Varme og ventilation. Sid 128-140. Teknisk Forlag. Köpenhamn 1972.
- Becker, P,  
Myklebost, S,  
Tuomola, T Skolens indeklima - "Retningslinjer for oppvarming og ventilasjon". Byggeforskningen, Köpenhamn och Oslo.
- Blomqvist, C,  
Svensson A Ventilation i kontorslandskap. VVS nr 5. 1972.
- Brown, G Metod för datamaskinberäkning av värme- och ljusstrålning i rum. Metod för datamaskinberäkning av kyl- och värmebehov. Byggeforskningen, särtryck 4:1964, särtryck ur VVS nr 10/1963 och VVS nr 4/1964.
- Brown, G Datorprogram för beräkning av temperatur och kylbehov i rum. Byggnads-Ingenjören Team 7-8, 1971
- Brown, G, Isfält, E Solinstrålning och solavskärmning. Byggeforskningsrapport under utarbetande.
- Byggeforskningsrådets  
ADB-grupp Byggnadstekniska dataprogram. Byggeforskningens informationsblad B3:1972.
- Carlsson, L,  
Gustavsson, J,  
Hedlund, H,  
Holmberg, J Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation. Del 2. Byggeforskningen, rapport R5:1971.
- Friberg, L, Ronge, H Hygien. Svenska Bokförlaget, Stockholm 1964
- Hedberg, P O  
Holmberg, J Nya fönstertyper. Byggeforskningen, rapport R16:1972.
- Hedlund, H,  
Holmberg, J-G Integrerade anläggningar för ljus, värme, ventilation. Del 1. Byggeforskningens rapport 38/69.

- Kollmar, A                      Zur Klimatisierung von Hörsaal und Theater.  
Gesundheits-Ingenieur 1968, Heft 8 och  
Heft 11.
- Korsgaard, V &  
Lund, H                      En passiv elektrisk analogiregnekmaskine  
til indeklimaberegninger. Danmarks Tekniske  
Højskole, Laboratoriet for Varmeisolering.  
København 1965.
- Kungl. Byggnads-  
styrelsen                      Kontorshusutredning 1966. KBS rapport  
12/1967.
- Löfstedt, B, Ryd, H,  
Wyon, D                      Skolprestationer vid höga inomhustempera-  
turer. Byggforskningen, informationsblad  
48/68.
- Mandorff, S                      Beräkning av frekvensen höga rumstempera-  
turer under perioder med hög utetemperatur.  
VVS nr 4, 1971. Stockholm.
- Olingsberg, R                      Vad är drag? VVS nr 3/1967.
- Svensson, A                      Ventilation av klassrum avseende Vallås-  
skolan i Halmstad. Byggforskningen. Prov-  
ningsrapport 1972.
- Södergren, D  
Boström, T                      Solvärmeinläckning genom frånluftfönster.  
VVS nr 1/1969.
- Taesler, R                      Klimatdata för Sverige. Byggforskningen  
1972.

## 6 BELYSNING

61. Förutsättningar

I rapport 50/69 formulerades ett grundläggande, icke kvantitativt kriterium på god belysning i undervisningslokaler: "Belysningen skall vara tillräcklig och så beskaffad att alla förekommande studie- och arbetsuppgifter kan utföras på ett tillfredsställande sätt utan att elever eller lärare därvid behöver anstränga synen mer än nödvändigt". Belysningen skall samtidigt bidra till att skapa en estetiskt tillfredsställande miljö. Lämpliga kravnivåer redovisades för belysningsstyrka, bländtal, luminans och luminanskontrast samt modelleringsförmåga.

Föreliggande rapports testplaner med öppnare rumssamband och djupare, mer kvadratiska planformer innehåller i byggnadens centrala delar rum utan konventionella väggfönster. Dessa rum, normalstora eller av hallkaraktär, kan alternativt förses med någon typ av högt sittande fönster eller vara helt fönsterlösa<sup>1)</sup>. Studiehallar i mittzoner kan i framtiden genom förändrade planlösningar tänkas få fasadkontakt och väggfönster. Valda konstruktionsalternativ har mittzoner antingen med normal rumshöjd, omkring 3 m, eller förhöjd. Under avsnitt 7 AKUSTIK rekommenderas för studiehallar en rumshöjd ej överstigande 5 m räknat till u.k. innertak eller baffelsystem.

En friare möblering än i konventionella skollokaler avses tillämpas i studiehallen, men det kan påpekas att även de s k basutrymmenas möblering blivit mindre bunden. Ljuset i studiehallar skall därför inte anordnas för att passa en huvudarbetsriktning och krav på bländning och luminans måste ställas lika för i stort sett alla riktningar.

Belysningsinstallationen skall planeras för tänkbara arbetsplatser i hallen och med hänsyn till hur ofta och snabbt ommöblering skall ske. I studiehallen med ett antal likartade grupparbetsplatser blir det i allmänhet fråga om ett val av plats, varför ommöblering mer sällan förekommer. Detta förenklar anordnandet av en till arbetsplatsen anpassad belysning.

Det är uppenbart att i dessa lokaler risk finns för distraktion och störande inflytande från omgivande grupper. På grund härav bör större vikt läggas vid att markera den egna arbetsplatsen, till vilket en rätt utformad belysning kan bidra.

De belysningsnormer, som uppställdes i Bygglådan måste korrigeras för att tillgodose kravet på god belysning i de nya lokaltyperna.

62. Dagsljus

Alla rimliga krav på arbetsbelysning kan i samma mån tillfredställas med s k artificiellt ljus eller med kombinationer av detta och dagsljus, som med enbart dagsljus, varför krav på dagsljus måste ställas utifrån andra kriterier. Sålunda ger dagsljuset, i synnerhet solljuset, en tidsvariation, en dygns- och årsrytm, som kan verka stimulerande. I koncentrerade byggnadskroppar kan infallande dagsljus vara av betydelse ur orienteringssynpunkt. Psykologiska aspekter kan åtminstone i fråga om lokaler som ej är

1) Enligt SÖ:s bedömning skall lokaler, där personer mer stadigvarande vistas, förses med fönster.

stora eller uppglasade inbördes, ställa krav, antingen på väggfönster som ger dagsljus såväl som utblick eller på annan typ av fönster, t ex högt sittande, som endast kan ge dagsljus.

Stora fönsterytor orienterade mot soligt väderstreck, speciellt ost-västligt, medför svårigheter ur värmebalanssynpunkt. I avsnitt 5 KLIMAT redovisas beräkningar av resulterande rumstemperaturer med hänsyn härtill.

Högt sittande fönster bör vara vertikala, så att dagsljuset i rummet får en infallsriktning och dygnsvariation, som upplevs naturlig och stimulerande. Kupoler jämnt fördelade över taket ger ett ljus som är riktat rakt ner; vidgas de nedåt för att ge bättre spridning av ljuset, blir armaturer, ljuddämpande material o d svårplacerade.

I fig 49 anges, uttryckt som dagsljusfaktor, ungefärliga värden på den dagsljusmängd, som i ett rum av hallkaraktär erhålles på olika avstånd från vertikala, högt sittande fönsterband. Rummet förutsättes ha sådana, 1 m höga fönsterband på två motstående väggar och rumsdjup enligt testplanerna, dvs avståndet mellan fönsterbanden alternativt 168 M och 252 M. Takkonstruktionen förutsättes i sin helhet förlagd ovanför fönstren och dagsljusmängden i lokalen blir relativt stor.

Med hänsyn till den kostnadsbesparing som volymminskning ger och akustiska krav på rumshöjden, kan bärande balkar, undertak eller baffelsystem tänkas förlagda under fönsteröverkant. Undertakets eller baffelsystemets utformning vid fönstervägg blir härvid tillsammans med armaturplacering o d av stor betydelse för dagsljusets fördelning i rummet och för dagsljusfaktorn. Ett antal i samband med testplanerna redovisade sektioner, utformade med hänsyn till konstruktioner, installationer och akustik, har utgjort underlag för de i fig 50 redovisade kurvorna över sambanden mellan dessa faktorer och dagsljusfaktorn. Mätplanet i rummet förutsätts, liksom för fig 49, vara beläget horisontellt och 70 cm över golv, dvs i bordshöjd.

I Hopkinson & Collings, 1970, anges att högre bländtal kan accepteras från fönster än från elljus. Dagsljusets bländtal bör ej överstiga 22 oberoende av plats i rummet, vilket är det tal som i Byggglådan anges som högsta bländtal vinkelrätt mot fönstervägg. Direkt infallande, bländande solljus kan naturligtvis förekomma, men det variationsrika arbetssättet i studiehallar borde innebära, att detta inte behöver verka alltför störande. Fasta solavskärmningar kan användas men minskar mängden dagsljus i rummet och hindrar möjligheterna till synkontakt med omvärlden.

### 63. Tekniska synpunkter

Läget och storleken på studiehallen bidrar till att motivera en ökning av belysningsstyrkan i jämförelse med konventionella undervisningslokaler, eftersom förflyttning från fasadernas dagsljusbelysta lokaler till intilliggande lokaler i byggnadens centrala delar kan ge en förnimmelse av förändrad ljusstyrka, även när belysningen är tänd. Skillnaden mellan olika lokalers luminans kan på så sätt utjämnas och risken för bländning minskar vid förflyttning från byggnadens inre till dess yttre zoner.

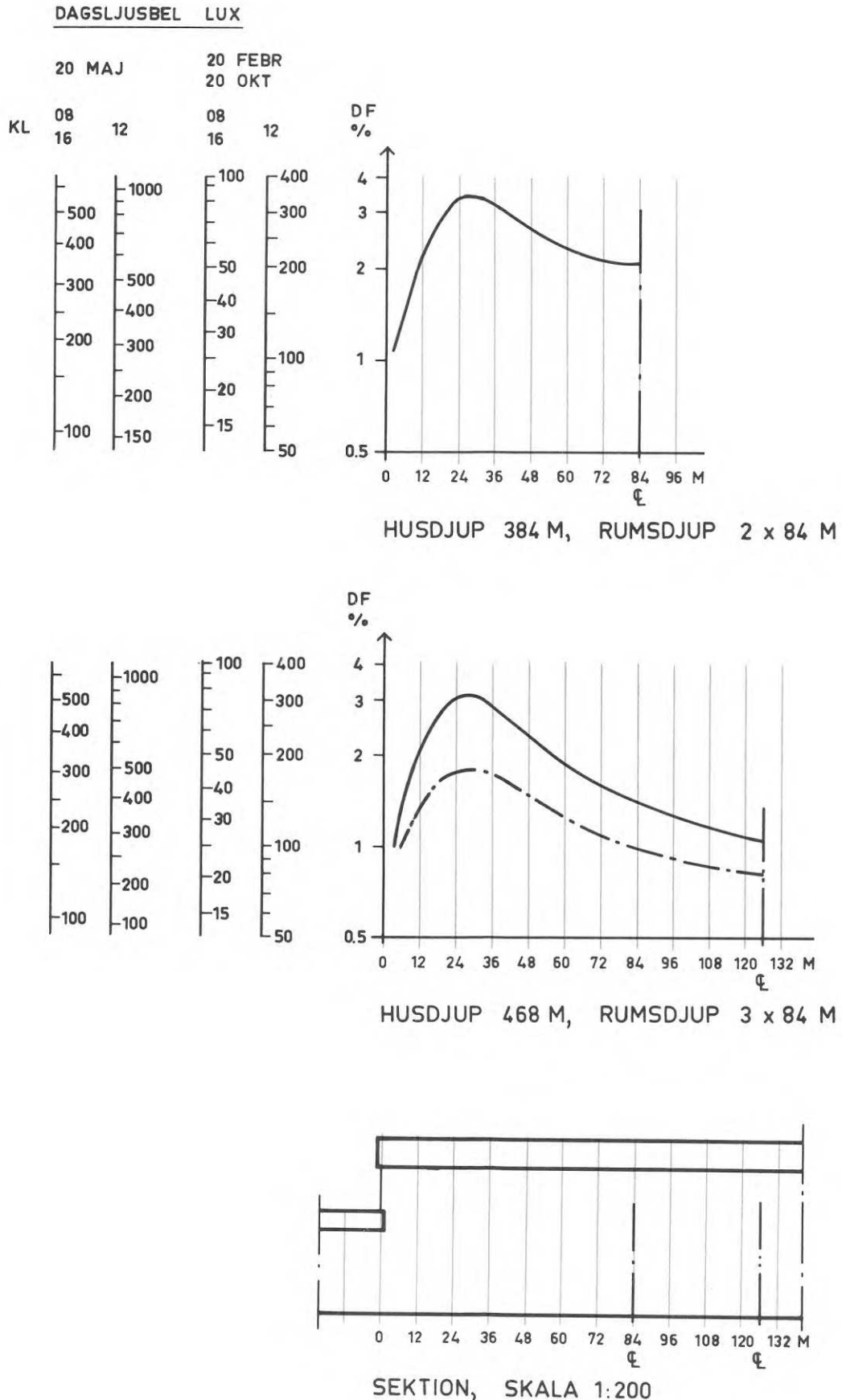


Fig 49 Dagsljusets variation med avstånd från fönster i studiehall

Beräknade värden för dagsljusfaktor och dagsljusbelysningsstyrkor i en hall med 1 m höga fönsterband på två motstående väggar och med takkonstruktionen i sin helhet belägen ovan fönsteröverkant. Fönstren är oavskärmade och belägna på inbördes avstånd av 2 x 84 M och 3 x 84 M för husdjup 384 M resp 468 M. Heldragen linje anger värdena mitt emellan sidoväggarna och punktstreckad linje värden intill sidovägg och gäller 70 cm över golv.



## DAGSLJUSBEL LUX

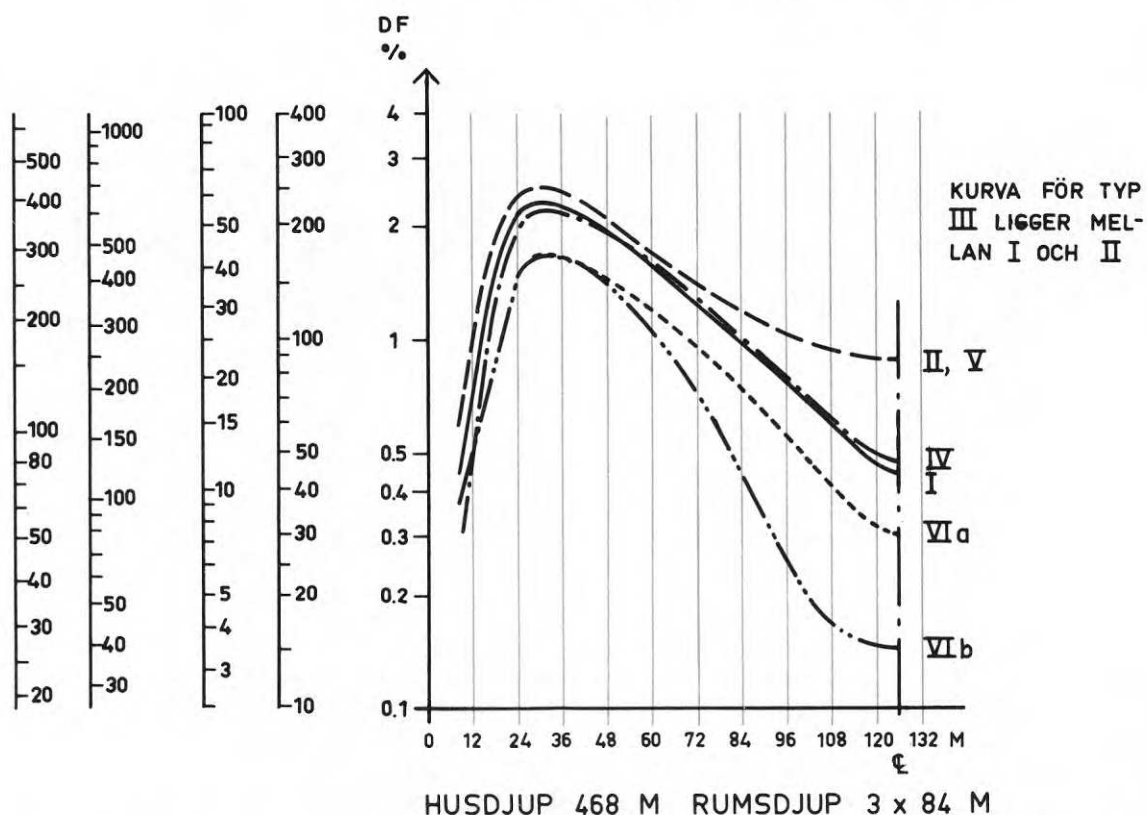
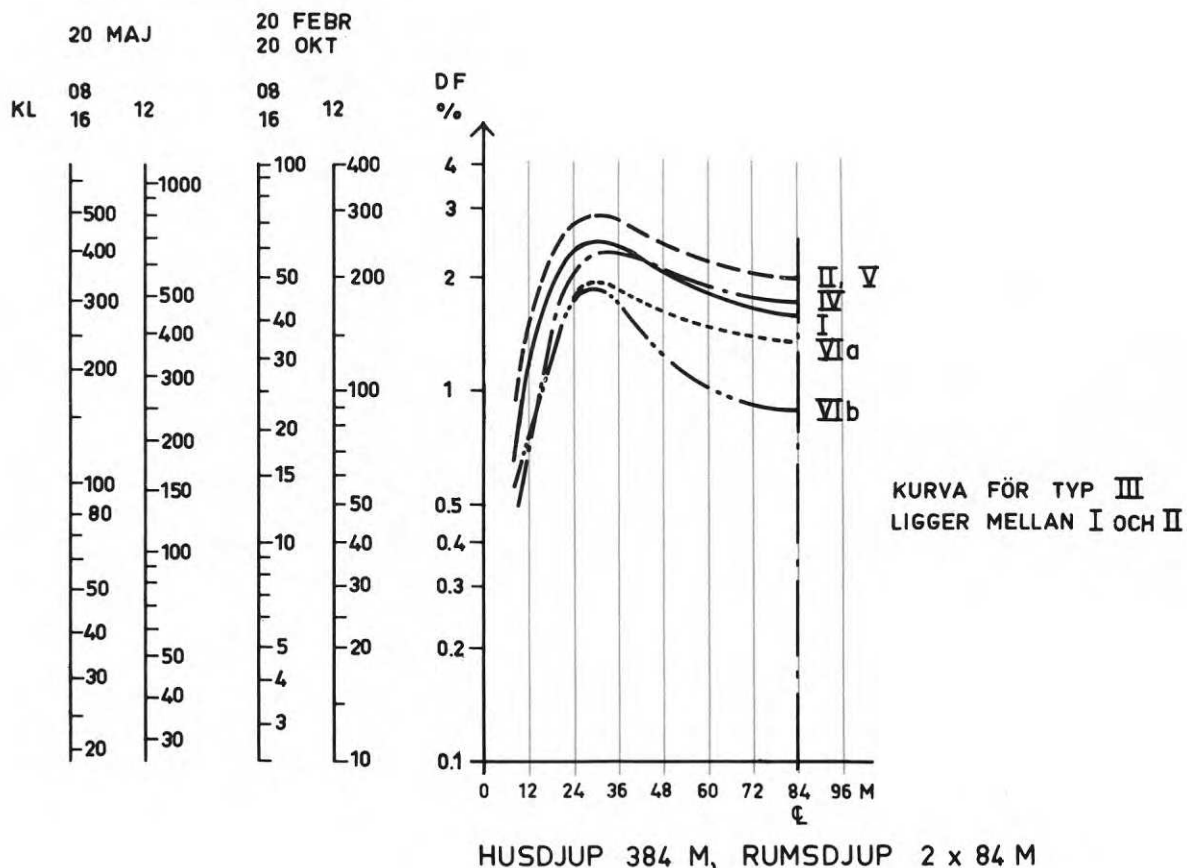


Fig 50 Dagsljusets variation med avstånd från fönster i studiehall med alternativ takutformning

Beräknade värden för dagsljusfaktor och dagsljusbelysningsstyrkor i en hall med 1 m höga fönsterband på två motstående väggar och alternativa takkonstruktioner enligt sektioner redovisade i avsnitt 21.3 fig 6. Värdena gäller mitt emellan två primärbalkar och 70 cm över golv. Kurvornas beteckningar hänför sig till alternativa konstruktioner.

I studiehallar upptar väggar, som i skolor vanligtvis är ljusa (har hög luminans), en betydligt mindre del av synfältet än i normalstora rum, medan taket upptar en större andel. I taket infällda armaturer med goda bländskydd medför att takets luminans troligen blir lägre än i konventionellt utformade klassrum. Ett stort rum uppfattas som mörkare än ett normalstort vid samma belysningsstyrka på grund av den lägre medelluminansen.

I Bygglådan angavs kravet på belysningsstyrka till 250 lux; kravet avsåg normalstora rum med jämnt utbredd belysning och fönster i fasad. I studiehallar och övriga undervisningslokaler i centrala delar av skolbyggnader bör motsvarande belysningsstyrka, dvs vid jämnt utbredd belysning, vara minst 500 lux. Belysningen skall vara tänd under hela arbetsdagen.

Takhöjden behöver i stort sett inte påverka valet av armaturer och inverkar inte mycket på erhållna belysningsstyrkor på arbetsplatserna, dvs totala ljusinfallet mot en punkt berörs ej nämnvärt, då vid högre takhöjder samverkan mellan armaturerna kompenserar ljusminskningen med avståndet. Armaturerna måste dock under alla omständigheter vara väl avbländade.

Armaturer försedda med bländskydd av lågluminanstyp tillgodoser krav på bländfrihet i alla arbetsriktningar, men gör att taket verkar mörkt. Den stora takytan i en studiehall kan med variationer i ljushet (luminans) ges ett mera levande intryck. Antingen kan armaturer som ger en del ljus uppåt användas eller system av armaturer och akustiska bafflar. I det senare fallet kan bafflarna fungera som bländskydd och icke avbländade armaturer användas.

#### 64. Till rummet tillförd effekt

Den till rummet tillförda effekten från allmänbelysningen kan för traditionella undervisningslokaler uppgå till  $15(+3)W/m^2$ . Vid beräkningar av erforderliga luftflöden etc enligt klimatsnormens anvisningar bör för studiehallar den från allmänbelysningen tillförda effekten vid belysningsstyrkan 500 lux förutsättas vara  $35 W/m^2$ , men detta värde korrigeras givetvis med hänsyn till effekten hos aktuell belysning och t ex ventilerade armaturer.

#### 65. Bildvisning

Bildvisning i studiehallar torde kunna genomföras utan minskning av allmänbelysningen, eftersom arbetet sker i små grupper, där alla kan sitta nära den projicerade bilden, vilken härigenom kan ges hög luminans. Detta minskar behovet av fördunklingsanordningar; direkt solljus mot bildskärmen kan undvikas genom flyttning av denna.

#### 66. Ljussättning i studiehallar

Det kan konstateras att en ur alla synpunkter tekniskt riktig ljussättning ej går att genomföra i studiehallarna. Ingen belysningsinstallation kan samtidigt uppfylla alla uppställda krav på bästa sätt, utan varje alternativ innebär en kompromiss.

Den gängse belysningen i dagens skollokaler är en jämn allmänbelysning med likartade armaturer fördelade över hela takytan. För studiehallen med friare möblering än i konventionella skollokaler medför en sådan ljussättning stor flexibilitet och enkel installation men även vissa nackdelar.

På många arbetsplatser får ljusinfallet en ogynnsam riktning med risk för bländning och låg kontrastgivning, varigenom synbetingelserna blir dåliga, även om belysningsstyrkan är hög. Luminansförhållandet 10:3:1 kan vara svårt att uppfylla, vilket försvårar koncentrationen på arbetsuppgiften. Den jämna belysningen kan dessutom upplevas som trist, monoton och tröttande.

Med orienterat ljus t ex med en kombination av lysrör och glödljus kan däremot en psykologiskt stimulerande arbetsmiljö med riktiga luminansförhållanden åstadkommas. Det riktade ljuset från nedhängande armaturer omsluter arbetsplatsen och betonar gruppbildningen, något som dels bidrar till en positiv rumsupplevelse men också förmånligt kan inverka på förmågan till koncentration på den egna arbetsuppgiften.

För att åstadkomma en arbetsplatsbelysning anpassbar till olika möbleringsalternativ kan armaturer göras flyttbara på skenor anbringade i taket eller nedhängande som ett "undertak". Olika utföranden innebär olika grad av flyttbarhet. Vid val av system bör observeras att vid användningen av lokalen, anpassningen till växlande behov företrädesvis givetvis kommer att ske genom flyttning till lämplig möbelgrupp, endast undantagsvis genom ommöblering, varför platsbelysning torde kunna innebära mindre hinder för en rörligare undervisning än som i förstone kan tyckas.

## 67. Sammanfattning

För stora rum av typ studiehallar och övriga undervisningslokaler i centrala delar av skolbyggnader modifieras kapitel 21. rapport 50/69, häfte nr 12 beträffande minimibelysningsstyrka, bländning och till rummet tillförd effekt. Avsnittet Teknisk utformning utgår.

Medelbelysningsstyrkan vid jämnt fördelad belysning från fasta armaturer skall vara lägst 500 lux mätt på horisontalplanet 70 cm över golv. Värdet skall avse fortvarighetstillstånd, och nedgång i ljusutbyte samt nedsmutsning av armaturer, väggar och tak skall ha beaktats.

Bländtalet får vara högst 16 vid artificiell belysning och skall beräknas enligt BZ-metoden.

Den till rummet tillförda effekten bör ej överstiga 35 W/m<sup>2</sup>.

68. Litteraturförteckning

Komplettering av litteraturförteckning i rapport 50/69, häfte nr 11.

Fritzell, B  
Löfberg, H-A

Dagsljus inomhus. Statens institut för byggnadsforskning. T11:1970. (Bearbetning av Hopkinson, R G, Petherbridge, P, Longmore, J: Daylighting, Heineman, London 1966.)

Hopkinson, R G,  
Collins, J B

The Ergonomics of lighting,  
Macdonald and CO Lt, London 1970

Kungl. Byggnads-  
styrelsen

Belysning i Kontor, KBS rapport 40, 1971

## 7 AKUSTIK

71. Allmänt

I rapport 50/69, häfte nr 14, redovisas akustiska begrepp och myndigheters krav på traditionella skolbyggnader. Vissa av dessa krav och grundbegrepp är inte helt tillämpliga i skolor med studiehall. Dessutom tillkommer speciella krav och synpunkter som bör beaktas.

72. Studiehall

## 72.1 Funktion och akustisk miljö

Studiehallen är avsedd att användas för enskilda studier och vid arbete i grupper om högst 10 personer. Flera grupper och enskilda skall samtidigt utnyttja hallen utan att därvid störa varandra. Antalet elever och grupper kommer under dagen att variera enligt en flexibel timplan, vilket medför att rörligheten kommer att bli större än vid konventionell undervisning. Arbete i och undervisning för större grupper och arbeten som kräver tystare omgivning förutsätts förlagda till andra lokaler, s k basutrymmen, placerade t ex runt studiehallen. Lokaler med mera bullrande verksamhet som t ex slöjdlokaler bör man däremot undvika att placera i anslutning till studiehallen.

Ur akustisk synpunkt skall två krav på studiehallen uppfyllas samtidigt. Bakgrundsljudnivån skall vara så låg att den ej försvårar talkommunikationen inom grupperna, men skall samtidigt vara så hög att man inte störs av tal inom angränsande grupper. För att en studiehall skall fungera som avsett är det därför av stor vikt att det område kring en ljudkälla inom vilket en störning uppfattas som ett separat ljud över bakgrundsljudnivån är så litet som möjligt. Ljudet skall således dämpas så snabbt som möjligt med avståndet och sjunka under bakgrundsljudnivån. Härav följer att det ur såväl taluppfattbarhetssynpunkt som störnings-synpunkt är olämpligt att utnyttja studiehallen för undervisning för och grupparbete i större grupper.

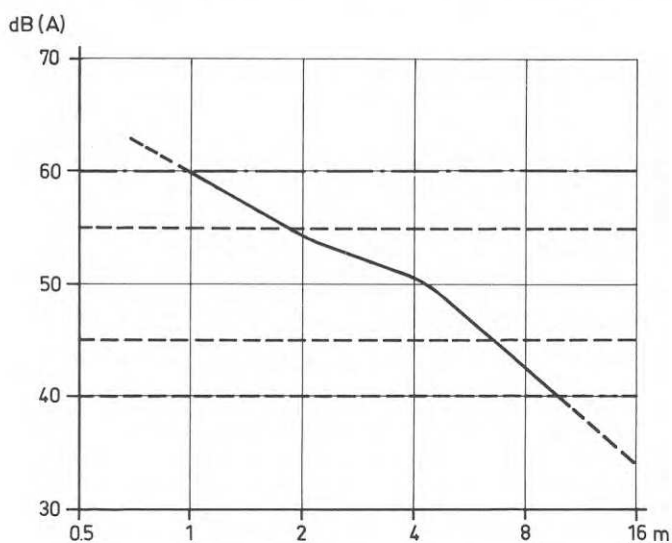
De medel man har att arbeta med är bakgrundsljudnivå och avståndsdämpning. Bakgrundsnivån är framför allt uppbyggd av den allmänna verksamheten i lokalen och av fläktbuller. Avståndsdämpningen bestäms av rummets dimensioner och av den absorptionsmängd som finns i rummet.

När många personer arbetar med likartade uppgifter i samma rum erhålles en relativt jämn bakgrundsnivå. I en studiehall varierar denna mellan 40 och 55 dB(A), beroende på den typ av verksamhet som försiggår. Vid låg beläggning bestäms bakgrundsnivån vanligen av fläktbuller. Erfarenhetsvärden från kontorslandskap och befintliga studiehallar med tillfredsställande akustiska förhållanden visar att bakgrundsnivån från ventilationsanläggningen vanligen ligger mellan 40 och 45 dB(A).

I stora väldämpade rum, t ex kontorslandskap, skiljer sig ljudutbredningsförhållandena från förhållandena i måttligt dämpade rum. I det kraftigt dämpade rummet gäller att efter ett initialt brant fall av ljudnivån på 6 dB faller den med 3 dB per avståndsdubbling för att efter ca 5 m falla med 6-9 dB per avståndsdubbling. Dessa förhållanden gäller dock endast där avståndet mellan

Ljudkällan och närmaste reflekterande vägg är 10-15 m. För att även på mindre avstånd till en vägg erhålla ungefär likvärdiga förhållanden krävs att väggen är ljudabsorberande.

De förhållanden som redovisats ovan kan schematiskt åskådliggöras enligt fig 51. I figuren, som speciellt visar ljudnivån som funktion av avståndet för en talare som vänder sig till en grupp om 4-10 personer, kan man uppskatta å ena sidan den radie inom vilken ljudinformationen är uppfattbar vid en given bakgrunds-nivå, å andra sidan utanför vilken radie denna information ej uppfattas som störande. Det framgår att den ljudnivå som krävs för information till en grupp medför en störradie på 5-6 m. Vid låg beläggning kan bakgrunds-nivån sjunka till fläktbullrets nivå, vilket gör samtal uppfattbart på 10-15 m avstånd från talaren. Det större avstånd som krävs för att erhålla tillfredsställande låg störnivå mellan olika aktiviteter vid låg beläggning, synes dock mindre kritiskt i studiehall jämfört med kontorslandskap, då man i studiehallen är mera flexibel vid val av arbetsplats. Det bör här påpekas att störradiens storlek även påverkas av psykologiska faktorer, varför man vid praktisk tillämpning får räkna med avvikelser från redovisade värden.



60 dB(A)      UNGEFÄRLIG LJUDNIVÅ FRÅN EN TALANDE PERSON  
 40-55 dB(A)    UPPSKATTAD BAKGRUNDSLJUDNIVÅ I EN STUDIEHALL  
 40-45 dB(A)    BAKGRUNDSLJUDNIVÅ FRÅN MASKINELLA ANORDNINGAR

Fig 51 Ljudtrycksnivå som funktion av avståndet till en ljudkälla i en studiehall.

En konsekvens av den störande inverkan grupper om 4-10 elever har på varandra är att persontätheten i lokaler av detta slag ej bör överstiga 0,25 personer per m<sup>2</sup> bruttoyta. Då beläggningen i studiehallen rimligtvis inte kommer att överstiga 75 % kan dock som dimensioneringsunderlag förutsättas 0,35 personer per m<sup>2</sup> bruttoyta. Erfarenheter från befintliga studiehallar och kontorslandskap ger dock vid handen att denna siffra bör betraktas som maximal.

Studieenheter som är placerade nära varandra kan inte undgå att i viss utsträckning störas av varandras verksamhet. Detta gäller

framför allt vid olika verksamheter. Studiehallen bör därför disponeras med hänsyn till detta, så att studieenheter med likartad verksamhet förläggs i anslutning till varandra. Önskas större flexibilitet måste man räkna med ett mindre antal personer per m<sup>2</sup>. Utrymmen närmast icke ljudabsorberande väggar bör ej utnyttjas för studieenheter för flera elever utan enbart för enskilda arbetsplatser. Nämda utrymmen kan även utnyttjas för att täcka behovet av gångstråk.

Elektroakustiska ljudkällor (bandspelare, radio, TV etc) används i allmänhet så att de avger högre ljudintensitet än den mänskliga rösten, för att god taluppfattbarhet skall erhållas. Om elektroakustiska ljudkällor skall användas i studiehallen måste högtalare ersättas med hörlurar.

## 72.2 Krav och åtgärder

Behovet av absorption i studiehallen täcks inte av s k naturliga absorbenter som elever, möbler, gardiner etc. Tillskottsabsorbenter med hög absorption inom ett stort frekvensområde är nödvändiga för att tillfredsställande akustiska förhållanden skall erhållas. Den väsentligaste ljudabsorptionen skall placeras i tak och skall täcka hela rummets takyta. Undantag får endast göras för nödvändiga ytor för belysningsarmaturer och ventilationsdon. Det minimikrav som bör ställas på det ljudabsorberande taket är följande:

| Frekvens Hz   | 125 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
|---|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| Absorptionsfaktor $\alpha$<br>uppmätt enligt rums-<br>metoden | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,7   |

Takabsorbenter i form av 4-10 cm tjocka mineralullsskivor monterade i ett pendelupphängt regelverk på min 20 cm avstånd från reflekterande tak uppfyller angivet minimikrav med marginal, och får ses som en ur akustisk synpunkt väl lämpad absorbenttyp för studiehallar.

En annan typ av takabsorbent har mineralull eller glasull som aktiv beståndsdel och perforerat täckskikt (t ex perforerade aluminiumkassetter). Gemensamt för dessa absorbenter är att högfrekvensabsorptionen påverkas av täckskiktets perforationsgrad och hålindelning. För att uppfylla redovisat minimikrav, krävs en hög perforationsgrad i form av ett stort antal små hål, t ex  $\varnothing$  1 mm c/c 2,5 mm.

Ett alternativ till plant undertak är ett undertak där s k ljudbafflar utgör en anpassningsbar absorbent. Dessa finns i varierande dimensioner och kan väljas och placeras efter akustiska och estetiska önskemål. Med förekommande ljudbafflar av standardformat (100x60x8 cm) krävs minst 1 baffel per m<sup>2</sup> takyta för att tillgodose redovisat minimikrav på ljudabsorption. Det är ytterst viktigt att bafflarna inplaceras så att inga odämpade ljudreflexer uppstår mellan olika arbetsplatser via över bafflarna liggande, reflekterande takyta.

En heltäckande matta reducerar bullerstörningar i form av stegljud resp skrapljud. Den ger dessutom ett önskvärt tillskott av

högfrequensabsorption. Erfarenheter från såväl kontorslandskap som befintliga studiehallar visar att heltäckande matta även har en psykologiskt betingad ljuddämpande inverkan på de personer som vistas i lokalen.

Enligt vad som nämnts ovan är det önskvärt med ljudabsorberande väggar. Man kan dock konstatera att väggar i undersökta kontorslandskap i regel inte är utrustade med väggabsorbenter, men trots detta i många fall befunnits fungera väl. Det synes därför svårt att motivera ett krav på ljudabsorberande väggar i studiehallar med en minsta tvärdimension om ca 20 m. Är studiehallen mindre eller har en olämplig form ökar dock behovet av att utföra väggarna ljudabsorberande.

Ur akustisk synpunkt är det önskvärt att väggabsorbentens absorptionsförmåga nära ansluter till det minimikrav som redovisats för tak. Absorbenten bör täcka en höjd motsvarande 0,7-2,0 m över golv. I marknaden saluförs väggskivor i form av 4 cm tjocka mineralullsskivor med ram av varmförzinkad plåt. Denna absorbent uppfyller nämnda krav på ljudabsorption. I framför allt skolor visar det sig dock svårt att införa denna typ av väggabsorbent, då den är känslig för mekanisk åverkan. Vidare framhålles ofta ett stort behov av anslagstavlor, vilka måste placeras inom nämnda väggpartier. En kompromisslösning synes därför ofrånkomlig, vilket medför att mindre effektiva absorbenter som är bättre lämpade som anslagstavlor måste accepteras. Vid val av skivor bör dock gälla att absorptionsfaktorn minst uppfyller nedan redovisade minimikrav.

| Frekvens Hz   | 125 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
|---|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| Absorptionsfaktor $\alpha$<br>uppmätt enligt rums-<br>metoden | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 0,65  | 0,6   | 0,6   | 0,6   |

Detta krav uppfylls med t ex 20 mm tjocka och hårdpressade mineralullsskivor, vilka om så önskas kan vara vävspända. Vid glasade fasader är man hänvisad till att utnyttja förekommande gardiner som ljudabsorbent. För att en gardin skall fungera inom ett relativt stort frekvensområde, bör den vara draperad till minst två gånger väggens längd.

Takhöjd under 5 m i studiehallen medför inga akustiska olägenheter.

Inredningsdetaljer i form av bokhyllor, skåp, skärmar etc bör ej överskrida en höjd av 1,4 m. Därigenom förhindras att störande reflexer okontrollerbart sprider sig. Större inredningsdetaljer bör förses med ljudabsorberande beklädnad med minimikrav enligt vad som redovisats för väggar, eller samlas inom ett begränsat utrymme.

Allmänljudnivån (bakgrunds-nivån) bör vara högre i en studiehall än i ett konventionellt klassrum. Vid låg beläggning bör en ljudnivå på ca 40 dB(A) ses som ett riktvärde på ventilationsanläggningens bulleralstring. Som högsta tillåtna ljudnivå gäller dock 45 dB(A). Bakgrundsbullret skall vara jämnt fördelat i studie-



hallen samt vara bredbandigt och får inte innehålla rena toner. Vid fläktbullenberäkningarna måste hänsyn tagas till den sammanlagringseffekt som kan erhållas av fläktbullen, ljudalstring i don och spjäll samt antal don i hallen.

### 73. Basutrymmen

#### 73.1 Funktion och akustisk miljö

På redovisade testplaner är basutrymmen placerade runt studiehallen. Dessa är som tidigare nämnts avsedda för undervisning för och grupparbete i större grupper samt för arbeten som kräver tystare omgivning. Erfarenheter från undervisningen ger vid handen att språk och matematik är särskilt känsliga vad gäller ljudstörningar. I språkundervisningen gäller främst att uppfattbarheten måste vara mycket god för att intonation och uttal skall kunna kontrolleras och avlyssnas. Vid normalt tal är röstens ljudnivå ungefär 60-65 dB(A) på 1 m avstånd från talaren. Studerar man talets frekvensspektrum finner man att den huvudsakliga energin finns samlad hos vokalerna och de tonande konsonanterna, medan de tonlösa konsonanterna har ungefär 10 dB lägre ljudnivå. Eftersom de tonlösa konsonanterna ger karaktären åt talet, har dessa mycket stor betydelse för språkets förståelighet. För att uppnå 80 % uppfattbarhet bör det informativa ljudet ligga ca 20 dB över bakgrundsnivån. Vad gäller matematik påverkar störande ljudinformation förmågan att lösa problem.

#### 73.2 Krav och åtgärder

De faktorer som påverkar en lokal ur taluppfattbarhetssynpunkt och bör uppmärksammas är följande:

Taluppfattbarheten ökar vid kortare efterklangtid.

Återgivningen av inspelat tal bör ske i en lokal, vars efterklangtid inte är nämnvärt längre än i den lokal vari inspelningen skett. Härav följer att man inte bör ta för givet att en bättre elektroakustisk anläggning ger bättre taluppfattbarhet, då t ex en god basåtergivning försämrar uppfattbarheten om efterklangstiden är lång vid låga frekvenser.

Hörselskadade, särskilt de som är beroende av hörapparater, får markant förbättrad taluppfattbarhet vid kort efterklangtid.

Efterklangstiden bör vara så lika som möjligt inom frekvensområdet 100-4000 Hz.

Ett reflekterande tak ökar väsentligt det "nyttoljud" som når lyssnarna, samt bidrar till att göra lokalen angenämare att tala i.

Bakgrundsnivån skall ligga tillfredsställande under det informativa ljudet i talet.

Tidigare överväganden och erfarenheter, vilka bl a ligger till grund för KBS-anvisning nr 12 "Lärosalar för högre utbildning", ger vid handen att efterklangstiden i denna typ av undervisningslokaler bör sättas till 0,5-0,6 sek. Något längre efterklangstid kan accepteras vid lägre frekvenser, då denna ej märkbart påverkar taluppfattbarheten inom detta frekvensområde.

För att erhålla önskad efterklangstid krävs vanligen tillsatsabsorption inom såväl låga som höga frekvenser. Några av de i klassrum vanligast förekommande tillsatsabsorbenterna och deras ungefärliga absorptionsdata framgår av nedanstående uppställning.

|           |                                  |   |  |  |  |  |
|-----------|----------------------------------|---|--|--|--|--|
| Abs.typ 1 | Heltäckande matta (nålfiltmatta) |   |  |  |  |  |
| "-        | 2                                | 20 mm tjocka och hårdpressade mineralullsskivor monterade direkt mot hård vägg  |  |  |  |  |
| "-        | 3                                | Som 2 men skivorna monterade med luftspalt på 5 cm  |  |  |  |  |
| "-        | 4                                | Täta gipsskivor monterade på 2" höga regler c/c 60 cm och med 3 cm mineralull i luftspalten   |  |  |  |  |
| "-        | 5                                | Glesslitsade 13 mm skivor av t ex gips, monterade på 2" höga regler och med mineralull mellan reglarna. Slitsbredd 2,8-3,0 mm. Slitslängd största möjliga. Slitsavstånd c/c 140 mm. |  |  |  |  |

Absorptionsfaktor  $a$  mätt enligt rumsmetoden

| Frekvens Hz | 125 | 250  | 500  | 1 000 | 2 000 | 4 000 |
|-------------|-----|------|------|-------|-------|-------|
| Abs.typ 1   | -   | 0,01 | 0,05 | 0,13  | 0,2   | 0,25  |
| "-          | 2   | 0,1  | 0,3  | 0,7   | 0,65  | 0,6   |
| "-          | 3   | 0,2  | 0,4  | 0,75  | 0,7   | 0,65  |
| "-          | 4   | 0,2  | 0,15 | 0,09  | 0,07  | 0,05  |
| "-          | 5   | 0,3  | 0,7  | 0,3   | 0,15  | 0,15  |

Andra absorbenttyper med lämplig absorptionskurva kan självfallet också användas.

Med hjälp av sambandet nedan beräknas absorptionsbehovet i lokalen, varefter naturliga absorbenter och omfattningen av tillsatsabsorbenter beräknas.

$$A = \frac{0,16 V}{T}$$

där  $A$  = absorptionen i  $m^2$  Sabine  
 $V$  = volymen i  $m^3$   
 $T$  = efterklangstiden i sek.

Med hänsyn till behovet av takreflexer får takets centrala delar inte ha nämnvärd absorption annat än vid de lägsta frekvenserna. Absorbenter av typ 2 och 3 är därför uteslutna här, medan absorbenter av typ 4 och 5 kan placeras tämligen fritt.

Inom traditionella skolbyggnader gäller enligt Svensk Byggnorm 1967 att isolationen mellan utrymmen där personer stadigvarande vistas och skolrum skall uppfylla kravet  $I_a \geq 48$  dB i horisontalled och  $I_a \geq 51$  dB i vertikalled. För stegljudsisoleringen gäller isolationskravet  $I_1 \leq 68$  dB. Vidare nämns att mellan gemensamt grupprum och skolrum används sådan skiljevägg som ger ett index för luftljudsisolering motsvarande  $I_a \geq 44$  dB, och att dörr i sådan vägg skall ha ett medelreduktionstal ( $\bar{R}$ ) på min 30 dB. Även skiljevägg mellan trapphus eller korridor och skolrum skall ha en isolation motsvarande  $I_a \geq 44$  dB och dörr i sådan vägg ett  $\bar{R}$  på min 25 dB.

För studiehall med kringliggande basutrymmen medför detta följande krav på ljudisolering:

|   |                      |
|---|----------------------|
| Vägg mellan basutrymmen och studiehall            | $I_a \geq 44$ dB     |
| Dörr i vägg mellan basutrymmen och studiehall     | $\bar{R} \geq 30$ dB |
| Vägg mellan olika basutrymmen                     | $I_a \geq 48$ dB     |
| Dörr bör ej förekomma i vägg med isolationskravet | $I_a \geq 48$ dB.    |

Förutom skiljekonstruktionernas ljudisolering är det viktigt att risken för flanktransmission via flankerande väggar, överhörning via undertak, ventilationskanaler o d beaktas.

Skiljevägg mellan basutrymmen och studiehall vill man ofta till viss del utföra glasad. Då man av denna vägg inkl dörr kan påräkna en total isolation motsvarande  $I_a \sim 40$  dB bör denna isolation inte försämrats pga uppglasning. Om den glasade ytan utgör max 50 % av skiljekonstruktionens totala area, och utgörs av 2x3 mm glas på 100 mm avstånd och är försedd med karmabsorbent av 5 cm mineralull erhålles en så obetydlig försämring att  $I_a$ -värdet inte påverkas. Vid mindre andel glasad yta kan kravet på den glasade ytans ljudisolering minskas något.

Vid studiebesök i ett antal skolor med studiehall kunde man konstatera att vikväggar ofta förekom som skiljevägg mellan olika basutrymmen, och i vissa fall även som skiljevägg mellan basutrymmen och studiehall. Då man enligt vad som nämnts ovan inte kan påräkna högre total ljudisolering mellan basutrymmen och studiehall än  $I_a = 40$  dB (vägg + dörr), är det med vikvägg möjligt att erhålla motsvarande isolation. Det torde däremot vara svårt att i marknaden finna lämplig typ av vikvägg med nämnvärt högre isolation. Vikvägg som skiljekonstruktion mellan basutrymmen och studiehall synes endast motiverad då möjlighet till sammanslagning av basutrymmen och studiehall är ett önskemål. Härvid måste dock beaktas att basutrymmena inte rumsakustiskt dimensionerats för att fungera som studiehall.

Användandet av vikvägg som skiljevägg mellan olika basutrymmen medför en klar försämring av redovisat isolationskrav. Med  $I_a \geq 40$  dB kan man dock påräkna att ljudisoleringen upplevs tillfredsställande mellan lokaler som används för tal. Däremot är isolationen otillräcklig vid användande av elektroakustiska hjälpmedel. Detta har till följd att det av ljudtekniska skäl krävs en viss samordning mellan olika lärares undervisning, vilket ej är fallet om  $I_a \geq 48$  dB är uppfyllt. Man bör därför noga överväga behovet av flexibilitet inom lokalerna kontra oberoende i undervisningen.

Högtalarplaceringar i rummets hörn eller på väggyta är ur ljudisoleringssynpunkt ej helt lämpligt. Fyra högtalare symmetriskt placerade i taket bör kunna ge en något lägre resulterande ljudnivå med samma taluppfattbarhet och mindre ljudtransport genom angränsande väggytor.

Behovet av lågt bakgrundsbuller i basutrymmen medför en högsta tillåten ljudnivå från ventilationsanläggning och maskinell utrustning på 30 dB(A).

De bas- och komplementutrymmen som på förekommande testplaner ingår i institutioner för naturorienterade ämnen bör vid angiven utformning inriktas mot de akustiska krav och synpunkter som redovisats för basutrymmen. Enligt uppgift pågår dock en omdisponering av dessa lokaler, vilket kan leda till mera öppna enheter. Om detta skulle bli fallet bör också de akustiska kraven omprövas.

För närvarande tycks de undervisningsmetoder som kommer ifråga inom NO-blocket och inom de delar av SO-blocket, där IMU-undervisning i matematik förekommer, kräva basutrymmen med inbördes dörrförbindelse.

De ovannämnda kraven såsom de framställs i SBN har utarbetats med utgångspunkt från s k traditionell klassundervisning. Behovet av akustisk avskildhet vid de "öppnare" undervisningsformerna är otillfredsställande utrett, dvs en utvärdering av flexibilitetens och samverkans-möjligheternas betydelse gentemot vissa undervisningssituationers behov av avskildhet har icke gjorts. Emellertid torde vissa undervisningssituationer, personligt eller metodologiskt motiverade, även i framtiden ställa krav på från omgivningen akustiskt väl avskärmade utrymmen. Att i dagens situation utforma strikta bestämmelser beträffande omfattning och grad av sådan akustisk avskiljning torde därför vara svårt. Byggforskningsinstitutet har med Planverkets tekniska byrå diskuterat lämplig utformning av för den nya undervisningen lämpligare krav, och för ny upplaga av SBN planeras en sådan revidering.

#### 74. Bullrande utrymmen

Med bullrande utrymmen avses sådana rum vari maskinella anordningar förekommer (t ex textil-, trä- och metallslöjd). I denna typ av lokaler syftar den rumsakustiska behandlingen till att minska interna störningar, vilket inverkar gynnsamt på uppfattbarheten vid information av enstaka elever under pågående verksamhet i lokalen för övrigt. Hela taket bör således utgöras av ljudabsorberande material med en absorptionsfaktor inom frekvensområdet över 500 Hz på min 0,8. Vid lägre frekvenser kan något lägre absorption accepteras.

De generella isolationskrav som redovisats för basutrymmen är tillämpliga även här. Detta förutsätter dock att lokalerna inte har skiljevägg gemensam med bullerkänsliga utrymmen, då det i sådana fall erfordras en högre isolation.

#### 75. Allmänna utrymmen

Med allmänna utrymmen avses korridorer, kapprum, uppehållsrum och liknande.

Om korridorer mynnar ut i en studiehall utan avgränsande dörrparti, bör korridortaket förses med ljudabsorption i klass med vad som gäller i studiehall. I annat fall, liksom för kapprum, uppehållsrum och korridorer i övrigt gäller som krav att efterklangstiden inom frekvensområdet över 500 Hz inte är längre än 1,0 sek. Detta kan påräknas bli uppfyllt om hela taket utgörs av en absorbent med absorptionsfaktorn min 0,5 inom frekvensområdet över 500 Hz.

76. Informationssal

Informationssal är ej bidragsberättigad enligt Skolöverstyrelsens statsbidragsbestämmelser och finns därför inte upptagen i lokalprogrammet. I projekteringsunderlaget föreslås därför att skolmåltidslokalen används för detta ändamål. Ur akustisk synpunkt är emellertid lokalen inte helt lämplig som informationssal, då det i bullerreducerande syfte är önskvärt att utföra lokalen med kraftigt ljudabsorberande tak, medan man vid information önskar reflexer från ytor nära talaren, framför allt från tak. Detta kan dock i viss mån kompenseras genom att man över talaren placerar en reflektor.

77. Maskinrum

Den störningsrisk som föreligger pga höga ljudnivåer i maskinrum, fläktrum o d måste noga beaktas. De åtgärder som bör vidtagas för att erhålla tillfredsställande luft- och stomljudsisolering måste bestämmas från fall till fall, då dessa är beroende av förekommande maskiners bulleralstring.

78. Utomhusbuller

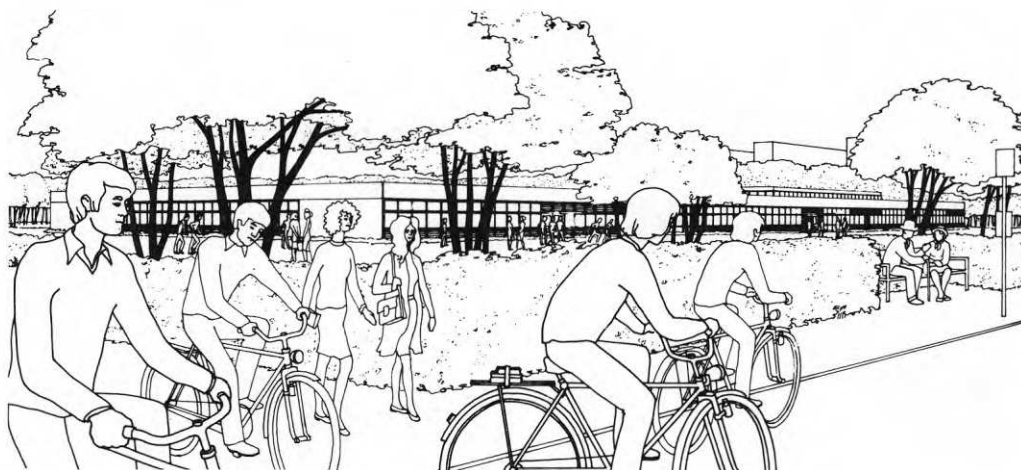
Kravet på förekommande fasad- och fönsterkonstruktioners ljudisolering är att kontinuerligt buller från externa ljudkällor inte ger upphov till högre störnivå än den högsta tillåtna ljudnivå som redovisats för interna maskinella och ventilations-tekniska anordningar.

79. Litteraturförteckning

- Albany Acoustics and Educational Facilities: A Guide for Planners and Administrators. N.Y. State Education Department, Division of Educational Facilities Planning, 1966 (SED)
- Brandt, Ove Akustisk planering av klass- och grupprum. Byggeforskningens informationsblad 8/65
- Dahlstedt, Stellan Bullerkriterier i kontor, hörsalar, teatrar m m - kort rapport om egna erfarenheter. BFR R 36:1970.
- Egerborg, Bo Mätetal för akustiska egenskaper hos undertak i flacka rum. Akustikbyrån AB, Stockholm.
- Ingemansson, Stig Ljudisolerande fönsterkonstruktioner. Byggeforskningen. Rapport 3/1968.
- Ingemansson, Stig Laminerade fönsterkonstruktioner. BFR R 36:1970.
- Kihlman, Tor, Forshamm, Sven och Tunemalm, Lennart Akustiska krav på skolor med studiehall. Rapport 70-24, Chalmers Tekniska Högskola, avdelningen för byggnadsakustik, 1970.
- Kihlman, Tor och Forshamm, Sven Akustiska krav på basutrymmen i skolbyggnader för grundskolan. Rapport 70-40, Chalmers Tekniska Högskola, avdelningen för byggnadsakustik, 1970.
- Kihlman, Tor, Nordlund, Bertil och Lindblad, Sven Studier av olika faktorer som är väsentliga för god taluppfattbarhet i olika lokaler. Slutrapport BFR anslag C 266:1-3. Ej publicerad.
- Kungl. Byggnadsstyrelsen Lärosalar för högre utbildning. KBS anvisning 12, 1969<sup>x)</sup>
- Kungl. Byggnadsstyrelsen Akustik i kontorslandskap. KBS rapport 75, 1971.
- Kungl. Byggnadsstyrelsen Byggnader för högre utbildning. KBS rapport 16, 1967.
- Lunds Tekn. Högskola Seminarieuppgifter givna för kursen i Byggnadsakustik, fortsättningskurs, våren 1970. Ljudutbredning i ett kontorslandskap. Inst. för Byggnadsakustik, LTH Lund.
- Tolk, J and Peutz, V M A Acoustics of Schoolrooms.
- Wahlström, Sten Buller i skollokaler. Byggeforskningens informationsblad 16/1969.
- Waller, R A Office Acoustics - Effect of Background Noise Applied Acoustics 2 1969.
- Wyon, David Skolbarns prestation och beteende vid svag men intermittent bullerstörning. BFR R 36:1970
- Wahlström, Olle Skolbyggnader i USA. Byggeforskningen. Rapport 81 1962.

---

x) Rättelse: sid 21:4 står ... c/c 14 mm. Skall stå ... c/c 140 mm.



## 8 SAMMANFATTNING

Översynen av rapport 50/69 Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan har föranletts av den nya läroplanen, Lgr 69, och de erfarenheter beträffande lokalstorlekar och loka- utformning som vunnits under pågående pedagogisk-organisatoriska försök med undervisning i grupper av varierande storlek, lärar- samverkan etc.

Utredningens syfte har varit att undersöka vilka korrigeringar och kompletteringar, som är nödvändiga och lämpliga, för att projekteringsunderlaget skall vara användbart vid projektering av skolbyggnader, där ändrade pedagogiska förutsättningar moti- verar annorlunda planformer, lokalstorlekar och lokalsamband.

Vid översynen aktuella pedagogiska ideologier och modeller ut- vecklas i en f n livlig försöksverksamhet, där förmodligen alter- nativa utvecklingslinjer kommer att prövas.

Det råder således en viss osäkerhet beträffande de funktionskrav, som i framtiden kommer att ställas på skolbyggnader. Till denna osäkerhet bidrar även andra i stor utsträckning samhällsknutna faktorer, t ex en i samhället pågående strukturomvandling liksom även önskemålet om en gemensam planering och användning av loka- ler för samhällets olika serviceorgan. Säkert är emellertid att skärpta krav måste ställas på skolbyggnadens anpassbarhet för att åstadkomma såväl generellt användbara ytor som teknisk flexi- bilitet.

För utredningen förutsågs att de ändrade krav, som översynen kunde föranleda, inte i någon större utsträckning skulle komma att beröra de i konventionell mening lokaldimensionerande av- snitten av projekteringsunderlaget. Reglerna för rumsdimensio- nering och måttsamordning så som de redovisades i rapport 50/69 tillåter nämligen lokaler med starkt växlande funktioner, tek- niska lösningar och storlek. Dessa förutsägelser har i stort sett visat sig riktiga.

Stora lokaler, ett förändrat förhållande mellan lokalerna inbör- des och en förändrad kontakt med yttervärlden, t ex ur visuell och klimatologisk synpunkt, kunde emellertid, för lokaler i

byggnaders centrala delar, komma att motivera antingen annorlunda formulerade normer eller andra kravnivåer för belysning, klimat och akustik.

I utredningen har mittzoners djup satts lika med en multipel av 84 M, dvs i Bygglådan prefererat rumsdjup, vilket innebär att befintliga typrum kunnat användas även i dessa zoner; viss revision av rummen har dock erfordrats, t ex med avseende på fönsterplacering.

Det har ej syntts meningsfullt att inordna studiehallar i typrums-serien, då dessa lokaler p g a storlek och användningssätt ej är direkt knutna till inredningselement. Studiehallens yta är beroende såväl av skolstorlek och -organisation som av fördelning av tillgänglig yta på bas- och komplementytor på en eller flera komplementytor etc. I för studien konstruerade testplaner formuleras hallens rumsmått framförallt som summan av omgivande rumsmått.

Endast byggnader utan bärande väggar har studerats och med ett undantag enplansbyggnader, vilka tillåter ett mer generellt utnyttjande av ytor och även ger möjlighet till större ekonomiska spännvidder och sålunda väl tillfredsställer det skärpta flexibilitetskravet. I dessa byggnader kan, med undantag för tvåplanslösningens bottenvåning, dagsljus generellt anordnas även i centrala delar av djupa planer. Tvåplanslösningen har dock använts som underlag i huvudsak för beräkning av konstruktioner; varianter med samma husdjup (t ex topografiskt anpassade lösningar, som icke har fullt utnyttjad bottenvåning) kan ge bättre lokalförhållanden ur bl a dagsljussynpunkt liksom även enklare brandutrymningsförhållanden från övre planet.

Det har konstaterats att normer i de lokaldimensionerande avsnitten, dvs i avsnitt 2 DIMENSIONERING och 3 KONSTRUKTIONER, inte behövt revideras med avseende på måttsamordning-modulsamordning och preferensmått.

Kompletteringar har emellertid gjorts på följande punkter.

Vissa akustiska dimensioneringsregler har framtagits för studiehallar (se 7 AKUSTIK). Rekommendationerna avser lokalens totala mått.

Preferensmått för pelaravstånd, dvs systemlinjeavstånd för pelare, är vid stora spännvidder i enplansbyggnader på grundval av tekniska och ekonomiska överväganden beräknade till vid lätta tak 72 M, 84 M och 96 M, vid tunga tak 60 M, 72 M och 84 M.

I dessa avsnitt redovisas de som underlag för studien valda testplanerna samt tillägg i projekteringsunderlaget i form av nya illustrationer, vilka gäller jämsides med de tidigare. Illustrationerna omfattar typrum, blockplaner, exempel på studiehallar samt måttsamordningsreglernas tillämpning kompletterade med avseende på dels stora spännvidder i enplansbyggnader och dels konstruktionsexempel med högt sittande fönster i byggnaders centrala delar. Dessutom illustreras för tvåplansbyggnad ett utifrån ekonomiska överväganden valt konstruktionsalternativ.



Beträffande i avsnitt 4 INSTALLATIONER redovisade installationszoner gäller att Bygglådans huvudprinciper i stort sett kan tillämpas, men att en komplettering av horisontella stomdragningar erfordras med hänsyn till det ökade husdjupet.

I avsnitt 5 KLIMAT och 6 BELYSNING berörs normeringen i fråga om lokaler i byggnaders mittzoner, och annorlunda formulerade normer t ex beträffande klimat eller andra kravnivåer, t ex beträffande belysningsstyrka redovisas.

Den totala inneklimatsituationen beskrivs med klimatparametrarna värme, luft, ljus och ljud. Vid utarbetande av de olika avsnitten har ett samarbete mellan de för respektive problemområde särskilda konsulterna skett, så att krav som delvis är inbördes beroende och i vissa fall står i konflikt med varandra kunnat sammanvägas.

En höjning av medelbelysningsstyrkan till 500 lux från 250 lux i konventionella skollokaler motiveras av att eventuellt obehagliga intryck av en förändrad ljuskvalitet eller bländningseffekter vid förflyttning mellan olika zoner inom byggnaden skall undvikas. I studiehallar är en högre belysningsstyrka motiverad inte bara av ett centralt läge i byggnadskroppen utan även av att väggarna, som i skolor oftast är ljusa, dvs har hög luminans, här upptar en betydligt mindre del av synfältet.

Medelbelysningsstyrkan är normerad för jämnt fördelad belysning från fasta armaturer, en ljussättning med stor flexibilitet och enkel installation; olägenheter finns dock i form av risk för bländning och låg kontrastgivning.

Med orienterat ljus t ex med en kombination av lysrör och glödljus kan däremot en psykologiskt stimulerande arbetsmiljö med riktiga luminansförhållanden åstadkommas. Det riktade ljuset från nedhängande armaturer omsluter arbetsplatsen och betonar gruppbildningen, något som dels bidrar till en positiv rumsupplevelse men också förmånligt kan inverka på förmågan till koncentration på den egna arbetsuppgiften.

En ljussättning med orienterat och fördelat ljus torde utan alltför stora åtgärder vara möjlig i studiehallar, där den önskade anpassbarheten till växlande behov i första hand kommer att avse ett val mellan ett antal likartade grupparbetsplatser. Endast undantagsvis torde ommöblering förekomma.

S k komfortkrav kan diskuteras i relation till den standard som önskas eller kan uppnås inom givna ekonomiska ramar.

I belysnings- och klimatavsnitten anges en från belysningen tillförd högsta effekt på  $35 \text{ W/m}^2$  golvyta. Denna ram grundar sig på teknisk-ekonomiska bedömningar utifrån den bortventilering av överskottsvärme, som ventilationssystemet klarar vid visst användningssätt (viss antagen persontäthet) och angiven belysningsstyrka i en studiehall av redovisad karaktär. Inom den givna ramen kan sedan alternativa, av varandra beroende ljuskvaliteter preciseras.

Vid en adekvat formulering av krav, som avser det termiska klimatet, bör hänsyn tas till att den övre gränsen för komfortområdet måste tillåtas bli överskriden en viss del av den tid lokalerna används, att denna tid måste kunna beräknas och att uteklimatet varierar säsongvis och årsvis.

I rapport 50/69, häfte 10, presenteras ett förslag till en klimatonorm för konventionella klassrum, vilken formulerats med hänsyn till dessa förhållanden. I normen anges

- en övre gräns för rumstemperaturen,  $25^{\circ}\text{C}$ ,
- en tolerans för den tid, som detta värde kan tillåtas överskridas - 20 % av total lektionstid, och
- att denna tid avser statistiskt verifierbara förhållanden under majmånader, dvs samtliga majmånader under en följd av år.

Till normen är knuten en standardiserad beräkningsmodell med regler för val av beräkningsförutsättningar.

Normens krav är tämligen mildt, men kommer ändå att ge bättre förhållanden än som rått i en stor del av tidigare byggda skolor. De något annorlunda förhållandena i studiehallar aktualiserar frågan huruvida den för klassrum fastställda kravnivån är tillämpbar för dessa eller om kravet bör skärpas eller mildras. Hänsyn bör härvid tas till att skollokalerna i framtiden alltmer kommer att användas även för andra aktiviteter och även under loven. Under sommarmånaderna då de yttre klimatbelastningarna är större än i maj, ställs större krav på ventilationssystemet.

Synpunkter på konsekvenserna av ändrade förutsättningar redovisas med utgångspunkt från en serie beräkningar av resulterande rumsklimat i studiehallar, genomförda i enlighet med den i rapport 50/69 angivna modellen, som med hänsyn till de något annorlunda förutsättningarna modifierats. Beräkningsdata valdes därvid i enlighet med de i föreliggande rapportens olika avsnitt studerade förutsättningarna beträffande t ex personbeläggning, byggnadsmaterial, belysning etc.

Klimatstudierna har i föreliggande arbete således inskränkts till att av de centralt i byggnadskroppen placerade lokalerna gälla endast studiehallar. De redovisade slutsatserna gäller emellertid givetvis i väsentliga delar även andra på sådant sätt placerade lokaler.

Vissa riktlinjer för planering av inomhusklimatet i studiehallar redovisas. De avser

- fönsters orientering, storlek och solskydd,
- belysningsarmaturens utformning och placering,
- byggnadsmaterialets värmetekniska egenskaper och
- ventilationsflödets storlek.

Med hänsyn till den, i jämförelse med traditionella klassrum, annorlunda utformningen och användningen av studiehallar, har som ovan nämnts det tidigare normförslaget modifierats. Det modifierade förslaget redovisas i bilaga, litt 93. De beräkningar av rumstemperaturen som skall göras enligt normförslaget innebär en uppskattning av den tid en viss temperatur, i detta fall  $25^{\circ}\text{C}$ , kan komma att överskridas under de klimatförhållanden som råder i maj, enligt normförslaget under högst 10 % resp 20 % av lektionstiden, beroende på vädringsmöjligheterna i studiehallen.

Komfortkraven kan även avse dels vissa ur psykologisk synpunkt motiverade krav, t ex på utblick, variation i upplevelsen av luft, ljus, ljud etc. Lokaler i byggnaders mittzoner har minskad kontakt med dagsljuset och de dygns-, väderleks- och årstidsvaria-

tioner, som denna kontakt ger. Det kan motivera en särskild omsorg och hänsyn vid sådana lokalers utformning med avseende på samtliga miljöfaktorer, även klimatiska.

Avsnitt 7 AKUSTIK behandlar huvudsakligen studiehallen. Högsta-diets lokalprogram och vald skolorganisation, Öp H, ger en studiehäll, vars planmått har en storlek, som underlättar den akustiska planeringen. På låg- och mellanstadiet finns en mycket begränsad komplementyta tillgänglig, om klassegna basutrymmen önskas (i enlighet med alternativa lokalprogrammormerna). I synnerhet gäller detta mindre skolors komplementutrymmen och sådana, som uppdelats för t ex låg- och mellanstadiet. Har en studiehäll en minsta tvär-dimension om ca 20 m syns det svårt att motivera väggabsorbenter. Är studiehallen däremot mindre eller har en på annat sätt olämplig form ökar behovet av att utföra väggarna ljudabsorberande. Tak-höjd under 5 m är ej kritisk.

Vid regleringen av en studiehalls rumsakustiska förhållanden är avståndsdämpning och bakgrundsljudnivå väsentliga faktorer. Lämplig utformning av främst i taket placerade ljudabsorbenter liksom lämplig bakgrundsljudnivå redovisas.

Den akustiska planeringen av studiehallen förutsätter maximerade gruppstorlekar (10 pers/grupp) i hallen och grupper som på samma gång är bullrande och ljudkänsliga placerade i basutrymmen. En konsekvens av den störande inverkan grupper om 4-10 elever har på varandra är att persontätheten i studiehällar ej bör överstiga 0,25 personer per m<sup>2</sup> bruttoyta. Som dimensioneringsunderlag kan dock förutsättas 0,35 personer per m<sup>2</sup> bruttoyta, då beläggningen rimligtvis inte kommer att överstiga 75 %. Studieenheter som är placerade nära varandra undgår inte att i viss utsträckning störas av varandras verksamhet. Detta gäller framför allt vid olika typ av verksamhet. Studiehallen bör därför disponeras med hänsyn till detta, så att studieenheter med likartad verksamhet förläggs i anslutning till varandra. Önskas större flexibilitet måste man räkna med ett mindre antal personer per m<sup>2</sup>.

Höjd på inredningselement har av akustiska skäl maximerats till 1,40 m, vilket även innebär att hallen är överblickbar.

En stor studiehäll har fördelar genom att den utgör en stor, gemensam resurs för de elevgrupper som använder lokalen. Arbete och kontakter över klass- och ämnesgränser blir naturlig både i tillrättalagda och oförmedlade sammanhang. En olägenhet med en stor studiehäll kan vara att vissa elever, kanske speciellt på lägre stadier, upplever hallen som otrygg och psykiskt störande. Studiehällens form samt läge i förhållande till andra lokaler och yttre omgivningar har även betydelse i detta sammanhang.

Det bör understrykas att utformningen av studiehallen är en krävande gestaltungsoppgift, där en mängd ingående element skall samverka till en meningsfull helhet. Å den andra sidan kan andragas att även om t ex material, dimensioner, belysningsförhållanden, utblickar etc självklart har en stor betydelse för en god miljö, så är det dock så att trivsel ofta är ett resultat av eget engagemang och aktivitet. I studiehallen, som är en mindre statisk lokal-typ, har de som vistas i lokalen viss möjlighet att välja, variera eller förändra sin omgivning.

Det bör påpekas att brukaren av studiehallen har behov av information om de förutsättningar, t ex beträffande gruppstorlekar, personbeläggning och även brandutrymning, som legat till grund för utformningen av lokalen.

Som angivits valdes för de mer ingående studierna planer med lokalförhållanden som skiljer sig från den traditionella skolans så mycket som givna förutsättningar medgav. Detta innebär ej någon värdering av olika typer av skolbyggnader. Förhoppningsvis inordnar sig även skolor med mindre avvikande lokalförhållanden i de nya förutsättningarna.

Det är ej utrett hur olika typer av skolbyggnader förhåller sig ur ekonomisk synpunkt. Vid översynen aktuella skolor har planformer som är djupare, mer samlade än konventionella korridorskolors. De förmodligen stora besparingar i vissa avseenden, som en mer koncentrerad byggnadstyp kan ge, måste emellertid ställas i relation till vissa ökade kostnader, delvis sammanhängande med normer och normkrav.

De ändrade lokalsambanden föranleder ökade ljudisoleringskrav, speciellt på dörrar inom block av lokaler med inbördes dörrförbindelse.

De djupa planformerna och önskade lokalsamband föranleder glasning mellan lokaler med ur ljudisoleringssynpunkt erforderliga dubbla glas.

Ett flexibelt arbetssätt och därav betingat önskemål om varierade lokalstorlekar motiverar ökad användning av vikväggar med god ljudisolering. (I redovisade testplaner finns t ex sammanslagbara minimibasutrymmen på LM-stadiet samt sammanslagbara basutrymmen för information av större grupp och uppdelade basutrymmen, s k gruppsamtalsrum, på H-stadiet.)

Mittzonens lokaler och studiehallar kan ställa högre krav på belysning, klimatstyrande installationer och ljudabsorbenter.

De djupa planformerna medför önskemål om centrala gårdar.

Uppmärksamhet måste riktas såväl på en intensifiering av nyttjandet av lokalerna till den gräns, som ljud- och klimatkrav tillåter, som på en minimering av icke effektiv yta, dvs korridorerna etc.

Personaladministrationens betydelse för ett effektivt lokalutnyttjande måste understrykas. Lagarbetets uppläggning, schemaläggning och elevgrupperingar är sålunda åtgärder av administrativ och samordnande karaktär som har betydelse för lokalanvändningen.

En förändrad lärarfunktion kan liksom den tekniska utvecklingen av läromedlen vara av betydelse vid beräkningen av tillgängliga resurser. Betydande besparingar kan göras vid samplanering och sambruk av lokaler för skola och för annan kommunal service.

Vid planeringen av skolbyggnaden måste alla möjligheter tillvaratas som kan ge byggnaden ökad anpassbarhet utan kostnadsökning. Lokalplanering samt val av system för kommunikationer, konstruktioner och installationer kan liksom modulplanering och måttsamordning medverka till större anpassbarhet hos byggnaden.

Ett skärpt krav på föränderbarhet kan medföra ökade anläggningskostnader, som emellertid får vägas mot vinster på längre sikt. Detta kan gälla olika byggnadsdelars generella användbarhet liksom även graden av täthet mellan anslutningspunkter för värme, ventilation och sanitet samt för belysning och elektrisk utrustning.

I avsnitt 3 KONSTRUKTIONER har visats, att det i studerade enplansbyggnader finns möjlighet att ur teknisk och ekonomisk synpunkt välja stora spännvidder (upp till 240 M prövades) och stora pelaravstånd (84 M - 96 M), vilket medverkar till ett effektivt utnyttjande av lokalerna. Konstruktionsalternativ, som p g a önskat dagsljus i centralt belägna lokaler har förhöjda mittzoner, uppvisar i studerade alternativ med stål- och med betongstomme ej högre stomkostnader än motsvarande konstruktioner med helt plana tak. Alternativet med trästomme ger något högre stomkostnader vid förhöjt tak.

I enplansbyggnader med relativt stora pelaravstånd och med stora spännvidder erfordras höga primärbalkar, emellan vilka utrymme emellertid finns för de klimatstyrande installationer, ljudabsorbenter o d som en framtida eventuell studiehall fordrar. Studiehallen är planerad för gruppverksamhet, varför högre rumshöjd inte är ett funktionskrav.

Gällande anvisningar beträffande ljudisolering, rumsakustik, brandskydd etc i Svensk Byggnorm, SBN 67, har utformats med utgångspunkt från traditionella undervisningsformer och traditionella skolplanformer med klassrum och ämnesrum utefter korridorer, och är av dessa skäl ej helt tillämpliga för de skolplantyper de föreliggande studierna avsett.

Projekterade skolor med öppna planformer har godkänts trots avsteg från tillämpad praxis, varvid centrala såväl som lokala myndigheter medverkat. En mer enhetlig bedömning och granskning är givetvis önskvärd, och gällande normer och riktlinjer för skolbyggnader bör revideras i linje härmed.

De funktionskrav som idag ställs på skolbyggnader är främst pedagogiskt betingade krav, vilka i många fall visat sig svåra att översätta till för lokalplanering användbara termer. Läroplanens önskemål om stimulans till samarbete över klass- och åldersgränser innebär ej nödvändigtvis stora rum av studiehallstyp. De idéer de pedagogiska kraven grundats på kan ifrågasättas och har ifrågasatts. Nya pedagogiska idéer kan komma att ställa andra krav på lokalstorlekar och lokaldisposition. Det primära kravet bör därför vara att möjliggöra förändringar, däribland möjligheten att åstadkomma stora rum. Detta synsätt har varit utgångspunkt för de redovisade testplanerna. Kravet på anpassbarhet och de tekniska möjligheter som finns, motiverar lösningar med fasta byggnadsstommar och föränderligt innehåll.

## 9 BILAGOR

91. Littreringssystem för rum

Systemet är det i rapport 50/69, häfte nr 4, redovisade. Förslag till kompletteringar är införda med röd text. Se i övrigt föreliggande rapport 21.11.

Organisatorisk gruppering enligt Skolöverstyrelsens lokalprogramnormer

- |  |   |
|--|---|
| 1 . Administrationslokaler   | 25. Lokaler för handel m m                |
| 11. Expeditionsavdelning   | 26. Lokaler för musik och teckning        |
| 12. Läraravdelning   | 27. Lokaler för slöjd och verkstadsarbete |
| 13. Elevvårdsavdelning   | 28. Hemkunskslokaler                      |
|  | 29. Gymnastiklokaler                      |
| 2 . Undervisningslokaler   | 3 . Samlingslokaler                       |
| 20. Basutrymme och komplementutrymme enl. SÖ:s "Provisoriska alternativa normer för beräkning av lokalbehov för grundskolan" | 31. Skolmältidslokaler                    |
| 21. Utrymme för läromedelsproduktion   | 32. Uppehållsutrymme för elever           |
| 22. Bibliotekslokaler  | 4 . Övriga utrymmen                       |
| 23. Klassrum och undervisningslokaler för språk, orienteringsämnen och matematik   | 41. Kommunikationer                       |
| 24. Undervisningslokaler för biologi, fysik och kemi   | 42. Förvaringsutrymmen                    |
|  | 43. Skyddsrum                             |
|  | 44. Apparatur                             |
|  | 45. Hygienutrymmen                        |

Funktionell gruppering enligt Byggnadsstyrelsens förslag till lokalnumrering. (Vissa korrigeringar och kompletteringar har genomförts med hänsyn till ändrade lokalprogramnormer.)

## 01 BOSTADSRUM

01 Vaktmästarbostadsrum

## 02 KONTORSRUM

01 Rektor  
02 Yrkesvalslärare  
03 Skolpsykolog  
04 Kanslipersonal  
05 Vaktmästare (ej mtrl.förråd)  
06 Bibliotek  
07 Arbetsrum för lärare  
08 Kontorsarbetsrum för annan personal  
09 Studierektor  
10 Tillsynslärare  
11 Kurator

## 03 VÄNT- OCH UPPEHÅLLSRUM

01 Uppehålls- och studierum vid bokrum  
02 Uppehållsrum avskilt från central-kapprum  
03 Vänttrum till expedition eller mottagningsrum  
04 Vilrum i vårdavdelning  
05 Vilrum i läraravdelning

## 04 LOKAL FÖR UNDERVISNING I LÄROÄMNINGEN

01a Klassrum L  
01b Grupprum L  
02a Klassrum M  
02b Grupprum M  
03 Ämnesrum  
04 Grupprum (inkl. grupp- och kartrum)  
05 Bokrum i bibl.avdelning  
06 Lärosal-laboratorium biologi  
07 Lärosal-laboratorium fysik  
08 Lärosal-laboratorium kemi

09 Läromedel och prep., biologi  
10 Läromedel och prep., fysik  
11 Läromedel och prep., kemi  
12 Prep.rum fysik  
13 Verkstad fysik  
14 Mörkrum fysik  
15 Maskinskrivningssal  
16 Rum för handelsundervisning  
17 Övningsbutik  
18 Specialklassrum  
19 Lärosal-laboratorium fysik-biologi  
20 Lärosal-laboratorium kemi-biologi  
21 Läromedel och prep. inkl. verkstad fysik-biologi  
22 Rum för särskild spec.undervisning  
23 Observationsklinik  
24 Inlärningsstudio  
25 Basutrymme, L  
26 Basutrymme, M  
27 Komplementutrymme, LM  
28 Basutrymme, H, för språk, Ma, Re, So, Ms  
29 Komplementutrymme, H, för språk, Ma, Re, So  
30 Basutrymme för NO-ämnen  
31 Basutrymme för NO-ämnen, kemi  
32 Komplementutrymme för NO-ämnen

## 05 LOKAL FÖR UNDERVISNING I ÖVNINGSÄMNINGEN

01 Musiksal  
02 Materiel- och grupprum, musik  
03 Teckningssal med verkstad  
04 Tecknings- och musiksal  
05 Förråd, teckning  
06 Textilslöjdsal  
07 Vävkammare  
08 Trä- och metallslöjdsal

- 09 Teknikverkstad  
10 Studierum  
11 Ytbehandlingsrum  
12 Hemkunsksal  
13 Rum i hemvårdsavd.  
14 Tvättrum, hemkunskap  
15 Rum för konst och klangstudio  
16 Provrum, textilslöjd
- 06 GYMNASTIKSAL  
01 Gymnastiksalsal  
02 Gymnastikrum  
03 Gymnastikrum-matsal
- 07 SAMLINGSSAL  
01 Samlingssal  
02 Matsal-samlingssal (inkl. utrymme för bardisk)  
03 Matsal (inkl. barsservering)
- 08 RUM FÖR FRAMSTÄLLNING AV LÄROMEDEL  
01 Duplicering (läromedelsproduktion)  
02 AV-central  
03 Mörkrum
- 09 KAPPRUM  
01 Centralkapprum (inkl. utrymme för skåp, kommunikation och uppehåll)  
02 Övr. elevkapprum (gymn., saml.sal, sep. klassrum etc.)  
03 Personal-, lärar- och besökskapprum (expedition, läkaravd. etc)  
04 Upphållsutrymme i centralkapprum  
05 Utrymme för skåp i centralkapprum  
06 Utrymme för kapprum i centralkapprum
- 10 FÖRVARINGSRUM  
01 Arkiv  
02 Depårum  
03 Allmänt materielrum (rum för läromedel)  
04 Rum för fri skolmateriel  
05 Instrument och noter (mörk förv.)  
06 Materielrum teckning  
07 Förrådsrum textilslöjd  
08 Förrådsrum trä- och metallslöjd  
09 Förrådsrum skolverkstad  
10 Materielrum med bad, hemkunskap  
11 Redskapsrum gymnastik  
12 Uteredskapsrum  
13 Skåprum i gymn.avd.(inkl. kapprum)  
14 Stolförråd  
15 Soprum  
16 Städörråd  
17 Köksförråd  
18 Kylrum  
19 Avfallsrum  
20 Askrum, oljerum  
21 Övrigt förråd  
22 Förrådsrum undervisn.kök  
23 Allm. möbelförråd  
24 Förråd för trädgårdsredskap  
25 Verktygsförråd  
26 Förråd för linne och smutskläder
- 11 SKYDDSRUM  
01 Skyddsrum  
02 Biutrymmen (gasfång)
- 12 HYGIENRUM  
01 Elevtoalett  
02 Toaletter för personal och besökare  
03 Snyggingsrum  
04 Tork-, dusch- och tvättrum  
05 Bastu  
06 Städtrum  
07 Dusch  
08 Utrymme för tvättställ  
09 Toalett med förrum för personal  
10 Utomhustoalett  
11 Toalett för rörelsehindrade  
12 Torrklösett
- 13 OMKLÄDNINGSRUM  
01 Omklädn.rum gymnastik (inkl. skåp- och kapprum)  
02 Omklädn.rum gymnastiklärare  
03 Omklädn.rum underv.kök eller skolverkstad  
04 Personalomklädningsrum  
05 Omklädn.rum läkarmottagning
- 14 PERSONALRUM  
01 Lärarrum  
02 Personal-(lärar-)matsal  
03 Rum för annan personal (ej arb.rum)
- 15 BEHANDLINGSRUM  
01 Mottagningsrum (skolläkare-skolsköterska)
- 16 KÖKSLOKALER  
01 Kök  
02 Varuintag  
03 Expedition  
04 Diskrum  
05 Renseri  
06 Svalningsrum  
07 Pentry
- 17 KOMMUNIKATION  
01 Vindfång  
02 Hall, entréhall  
03 Trapphus  
04 Korridor  
05 Korridor med bifunktion (kapprum)  
06 Passage  
07 Läktare  
08 Sluss  
09 Skolgård, entréhall  
10 Hiss  
11 Övr. kommunikationer

## 18 APPARATRUM

- 01 Pannrum
- 02 Pannrumsverkstad
- 03 Apparatrum till pannrum
- 04 Elcentral
- 05 Fläktrum
- 06 Undercentral
- 07 Telefonhytt
- 08 Övr. apparat- och maskinrum
- 09 Televäxelrum

## 19 ÖVRIGA SKOLLOKALER

- 01 Scen
- 02 Rekvisita
- 03 Loger
- 04 Elevkårslokaler
- 05 Disponibelt
- 06 Läsklinik
- 07 Lab. i läkarmottagning
- 08 Konferensrum
- 09 Språklaboratorium

## 20 LOKALER EJ AVSEDDA FÖR SKOLBRUK

- 01 Fritids- och hobbylokaler
- 02 Kommunbibliotek
- 03 Folktandvård
- 04 Badavdelning



| EXEMPEL PÅ LOKALPROGRAM FÖR 2-PARALLELLIG LÅG- OCH MELLANSTADIESKOLA MED EN SPECIALKLASS |                             |        |                              |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |  |              |
|--|-----------------------------|--------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------|-------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|--|--------------|
| LITT.  | LOKAL                       | AN-TAL | YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(M) | TILLSATSNSTALLATIONER <sup>3)</sup>   |         |       | BELAST-<br>NINGAR <sup>3)</sup> | MÖRK-<br>LÄGG-<br>NING <sup>3)</sup> | AKUSTIK <sup>3)</sup> |                     | YTKRAV <sup>3)</sup> |                  |  | ANMÄRKNINGAR |
|  |                             |        |                              |                                 | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei    |                                 |                                      | Ljud-<br>alstring     | Ljud-<br>känslighet | Golv                 | Inner-<br>väggar | Inner-<br>tak  |              |
| 1.   | ADMINISTRATIONSLOKALER      |        |                              |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |  |              |
| 11.  | <u>Expeditionsavdelning</u> |        |                              |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  | Vid 12.  |              |
| .02.10   | Rum för tillsynslärare      | 1      | 10                           | 48x24                           |                                       |         |       | 1                               | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .02.05   | Rum för vaktmästare         | 1      | 10                           | 48x24                           |                                       |         |       | 1                               | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| 12.  | <u>Läraravdelning</u>       |        |                              |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |  |              |
| .14.01   | Lärarrum                    | 1      | 26                           | 60x36                           |                                       |         |       | 1                               | 2                                    | 2                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .03.05   | Vilrum                      | 1      |                              | 24x24                           |                                       | 1.1.0,3 |       | 2                               | 1                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .16.07   | Pentry                      | 1      |                              | 24x24                           |                                       | 1.1.0,6 | 3,10A | 1                               | 2                                    | 2                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .02.07   | Arbetsrum                   | 1      | 7                            | 24x36                           |                                       |         |       | 1                               | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .09.03   | Kapprum                     | 1      |                              | 60x24 24x60                     |                                       |         |       |                                 | 2                                    | 1                     | A                   | A Y08=3<br>Y10=2     | A                | Gemensamt för 11. och 12.                                |              |
| .12.02   | Toalett                     | 2      |                              | 24x12 12x24                     |                                       |         |       |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E Y04=4              | E                | Gemensamt för 11. och 12.                                |              |
| 13.  | <u>Elevvårdsavdelning</u>   |        |                              |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |  |              |
| .15.01   | Rum f. skolläkare-skolsköt. | 1      | 20                           | 60x36                           |                                       | 2.2.0,9 | 6,10A | 2                               | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .03.04   | Vilrum                      | 1      | 6                            | 36x24                           |                                       |         |       | 2                               | 1                                    | 3                     | A                   | A                    | A                |  |              |
| .13.05   | Väntrum, omklädningsrum     | 2      | 20                           | 24x48<br>60x24                  |                                       |         |       | 1                               | 2                                    | 3                     | A                   | A Y04=4              | A                |  |              |
| .12.02   | Toalett                     | 2      |                              | 24x12<br>24x24                  |                                       |         |       |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E Y04=4              | E                |  |              |
| .04.22   | Skolklinik                  | 1      | 15                           | 84x36 48x36                     |                                       | 1.1.0,3 | 2,10A | 2                               | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                | Tillkommer i förekommande fall                           |              |
| .04.23   | Observationsklinik          | 1      | 24                           |                                 |                                       |         |       |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  | Om klinikundervisning skall<br>vara anordnad vid skolan. |              |

- 1) Angivna ytor är statsbidragsberättigade nettogolvtytor enl. Skolöverstyrelsens lokalbehovsnormer  
2) Angivna rumsmått är mått enligt typrumsserien  
3) Förklaringar till lokalprogrammets tekniska del, se bifogade förklaringar 92.1

| LITT.    | LOKAL                              | AN-<br>TAL | YTÅ-<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(M) | TILLSÄTTSINSTALLATIONER 3)            |                    |    | MÖRK-<br>LAGG-<br>NING | AKUSTIK 3)        |                     | YTKRAV 3)        |                  |               | ANMÄRKNINGAR  |
|----------|------------------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----|------------------------|-------------------|---------------------|------------------|------------------|---------------|---|
|          |                                    |            |                               |                                 | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet            | Ei |                        | Ljud-<br>alstring | Ljud-<br>känslighet | Golv             | Inner-<br>väggar | Inner-<br>tak |   |
| 20.      | Basutrymme, komplement-<br>utrymme |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| 20.04.25 | Basutrymme I 4)                    | 6          | 360                           | 84x120<br>168x60                | 2.2.1,2                               | 4,10A              | 2  | 2                      | 2                 | A                   | A                | A                | A             | Avdelbart med väggväg.<br>I vissa fall förekommer<br>rumsformat 84x60 |
| 20.04.26 | Basutrymme M 4)                    | 6          | 450                           | 84x120<br>168x60                | 2.2.1,2                               | 4,10A              | 2  | 2                      | 2                 | A                   | A                | A                | A             |   |
| 23.04.18 | Specialklass 4)                    | 1          | 60                            | 60x84<br>84x60                  | 1.1.0,6                               | 2,10A              | 2  | 2                      | 2                 | A                   | A                | A                | A             | Motsv. bokrum enl. tidigare<br>lokalprogram                           |
| 20.04.27 | Komplementutrymme 4)               | 1          | 60                            |                                 | 6)                                    | 6)                 | 1  | 5)                     | 5)                | A                   | A                | A                | A             |   |
| 23.10.03 | Utrymme för läromedel 4)           | 1          | 40                            |                                 |                                       |                    | 2  | 1                      | 1                 | A                   | Y08=3<br>A Y10=2 | A                | A             | Har i exemplet sammanslagits<br>med 20.04.27                          |
| 23.02.01 | Toalett                            | 18         |                               | 12x24<br>15x12                  |                                       |                    | 2  | 2                      | 2                 | E                   | Y04=4            | E                | E             |   |
| 23.12.11 | Toalett för rörelsehindrade        | 1          |                               | 24x24                           |                                       |                    | 2  | 2                      | 2                 | E                   | Y04=4            | E                | E             |   |
| 21.      | Utrymme för läromedelsproduktion   |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| .08.01   | Läromedelsproduktion               | 1          | 10                            | 24x48                           | 1.1.0,3                               | 4,10A              | 2  | 2                      | 1                 | A                   | Y08=3<br>A Y10=2 | A                | A             |   |
| 27.      | Slöjdlokaler                       |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| .05.06   | Textilslöjdsal med förråd          | 1          | 72                            | 84x96                           | 1.1.0,6                               | 24,10A             | 2  | 3                      | 2                 | A                   | A                | A                | A             | För mer än 6 slöjdgrupper   |
| .05.08   | Trä- och metallslöjdsal            | 1          | 105                           | 84x132                          |                                       | 10,10A<br>4,16A,3f | 2  | 3                      | 1                 | B                   | B                | B                | B             | För minst 3 slöjdgrupper  |
| 29.      | Gymnastiklokaler                   |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| 3.       | SAMLINGSLOKALER                    |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| 31.      | Skolmål-tidslokaler                |            |                               |                                 |                                       |                    |    |                        |                   |                     |                  |                  |               |   |
| .07.03   | Elevmatsal                         | 1          | 135                           | 84x192                          |                                       |                    | 2  | 3                      | 3                 | A                   | A                | Y08=1            | A             | Inkl. utrymme för bardisk<br>3 st tvättställ                          |
| .12.08   | Utrymme för tvättställ             | 1          |                               |                                 |                                       |                    | 1  | 2                      | 2                 | A                   | E                | A                | A             |   |
| .14.02   | Personalmatsal                     | 1          | 13                            | 24x84                           |                                       |                    | 1  | 2                      | 2                 | A                   | A                | Y08=1            | A             |   |
| .16.01   | Serveringskök                      | 1          | 24                            | 36x84                           |                                       |                    | 1  | 3                      | 1                 | Y05=3<br>E Y21=3    | E                | Y05=3            | E             | Inkl. utrymme för diskning  |
| .10.19   | Avfallsrum                         | 1          | 1                             | 12x15                           |                                       |                    | 1  | 1                      | 1                 | F                   | F                | Y05=4            | F             |   |

4) Summan av ytor för basutrymme, komplementutrymme, specialklass och utrymme för läromedel, 970 m<sup>2</sup> fördelas så, att varje klass disponerar min. ca 50 m<sup>2</sup> i basutrymme och överyta tillkommer komplementutrymme.

5) Se resp fackavsnitt.

6) Installationerna varierar med lokalens storlek.

| LITT.  | LOKAL                       | AN-<br>TAL | YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | TILLSÄTTSINSTALLATIONER <sup>3)</sup> |         |                                 | MOR-<br>K-<br>LÄGG-<br>NING <sup>3)</sup> | AKUSTIK <sup>3)</sup>                |                      | YTKRAV <sup>3)</sup> |                |                 | ANMÄRKNINGAR                                      |   |
|--------|-----------------------------|------------|------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|---|
|        |                             |            |                              | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei                              |   | BE-<br>LAST-<br>NINGAR <sup>3)</sup> | Ljud-<br>absorbering | Ljud-<br>känslighet  | Golv           | Iner-<br>väggar |   | Iner-<br>tak                              |
| .12.06 | Städtrum                    | 1          | 12x15                        |                                       |         |                                 |   | 1                                    | 1                    | E                    | YO4=2<br>YO5=2 | E               |   |   |
| .16.02 | Varuintag                   | 1          | 24x18                        |                                       |         |                                 |   | 3                                    | 1                    | F                    | F              | F               |   |   |
| .13.04 | Omklädningsrum              | 1          | 24x21                        |                                       |         | 1                               |   | 2                                    | 2                    | A                    | A              | A               |   |   |
| .12.02 | Toalett                     | 1          | 12x15                        |                                       |         |                                 |   | 2                                    | 1                    | E                    | E              | E               |   |   |
| 4.     | ÖVRIGA UTRYMMEN             |            |                              |                                       |         |                                 |   |                                      |                      |                      |                |                 |   |   |
| 41.    | Kommunikationer             |            |                              |                                       |         | 50+250                          |   |                                      |                      |                      |                |                 |   |   |
| .17.04 | Korridor                    |            |                              |                                       |         |                                 |   | 3                                    | 1                    | D                    | YO4=4<br>YO8=1 | D               |   |   |
| .09.02 | Kapprum                     |            |                              |                                       |         |                                 |   | 3                                    | 1                    | D                    | YO8=3<br>Y10=2 | D               |   |   |
| 42.    | Förvaringsutrymmen          |            |                              |                                       |         |                                 |   |                                      |                      |                      |                |                 | 42.10.16, .10.23 och .10.24<br>kan inrymmas i 43. |   |
| .12.06 | Städtrum                    | 4          |                              |                                       |         |                                 |   | 1                                    | 1                    | E                    | E              | E               |   |   |
| .10.15 | Soprum                      |            |                              |                                       |         | A                               |   | 1                                    | 1                    | F                    | YO2=2<br>YO5=4 | F               | 4 st sopkärl                                      |   |
| .10.16 | Städförråd                  | 1          |                              |                                       |         |                                 |   | 1                                    | 1                    | F                    | YO5=2<br>Y17=2 | F               |   |   |
| .10.23 | Allmänt möbelförråd         |            |                              |                                       |         | A                               |   | 1                                    | 1                    | F                    | YO5=2<br>Y17=2 | F               |   |   |
| .10.24 | Förråd för trädgårdsredskap | 1          |                              |                                       |         |                                 |   | 1                                    | 1                    | F                    | F              | F               |   |   |
| 43.    | Skyddsrum                   |            |                              |                                       |         |                                 |   |                                      |                      |                      |                |                 | Där så erfordras                                  |   |
| .11.01 | Skyddsrum                   | 2          |                              |                                       |         | Enl. spec.<br>bestämme-<br>lser |   | 1                                    | 1                    | F                    | YO8=9          | F               | YO8=9   | Minsta avstånd mellan skydds-<br>rum 20 m |
| .11.02 | Blotrymmen i skyddsrum      |            |                              |                                       |         |                                 |   | 1                                    | 1                    | F                    | YO8=9          | F               | YO8=9   |   |

| LITT.  | LOKAL                    | AN-<br>TAL | 1)<br>YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(M) | TILLSÄTTSINSTALLATIONER 3)            |         |    | 3)<br>BELAST-<br>NINGAR | MÖRK-<br>LÄGG-<br>NING | AKUSTIK 3)        |                     | YTKRAV 3)           |                    |               | ANMÄRKNINGAR |
|--------|--------------------------|------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------|----|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------|
|        |                          |            |                                    |                                 | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | El |                         |                        | Ljud-<br>alstring | Ljud-<br>känslighet | Golv                | * Inner-<br>väggar | Inner-<br>tak |              |
| 4.     | ÖVRIGA UTRYMMEN (forts.) |            |                                    |                                 |                                       |         |    |                         |                        |                   |                     |                     |                    |               |              |
| 44.    | Apparatrum               |            |                                    |                                 |                                       |         |    |                         |                        |                   |                     |                     |                    |               |              |
| .18.01 | Pannrum                  |            |                                    |                                 |                                       |         | A  |                         |                        | 3                 | 1                   | F                   | F                  | F             |              |
| .18.02 | Pannrumsverkstad         |            |                                    |                                 |                                       |         | A  |                         |                        | 3                 | 1                   | F                   | F                  | F             |              |
| .18.03 | Apparatrum till pannrum  |            |                                    |                                 |                                       |         |    |                         |                        | 3                 | 1                   | F                   | F                  | F             |              |
| .18.04 | Elcentral                |            |                                    |                                 |                                       |         |    |                         |                        | 1                 | 1                   | Y05=2<br>F<br>Y17=2 | F                  | F             |              |
| .18.05 | Fläkttrum                |            |                                    |                                 |                                       |         | A  |                         |                        | 3                 | 1                   | Y05=2<br>F<br>Y17=2 | F                  | F             |              |

| EXEMPEL PÅ LOKALPROGRAM FÖR 6-PARALLELLIG HÖGSTADIESKOLA MED 2 SPECIALKLASSER |                             |            |                             |                                 |                                       |         |    |                       |                   |                  |                     |                  |                 |  |
|---|-----------------------------|------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------|----|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|--|
| LIT.  | LOKAL                       | AN-<br>TAL | YTA<br>±±<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(M) | TILLSÄTTSINSTÄLLNINGAR 3)             |         |    | MÖRK-<br>LAG-<br>NING | AKUSTIK 3)        |                  | YTKRAV 3)           |                  |                 | ANMÄRKNINGAR   |
|   |                             |            |                             |                                 | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei |                       | BELAST-<br>NINGAR | Ljud-<br>ålsring | Ljud-<br>känslighet | Golv             | Iner-<br>vagnar |  |
| 11.   | <u>Expeditionsavdelning</u> |            |                             |                                 |                                       |         |    |                       |                   |                  |                     |                  |                 |  |
| .02.01  | Rum för rektor              | 1          | 20                          | 60x36                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               | Runnen lätt åtkomliga för allmänhet, personal och elever.  |
| .02.04  | Rum för kanslipersonal      | 1          | 10                          | 48x24                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               |  |
| .02.09  | Rum för studierektor        | 1          | 10                          | 48x24                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               | Tillkommer i förekr. fall.   |
| .02.10  | Rum för tillsynslärare      | 1          | 10                          | 48x24                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               | Tillkommer i förekr. fall.   |
| .10.04  | Rum för skolmateriel        | 1          | 20                          | 84x36                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 1                | A                   | Y08=3<br>A Y10=2 | A Y07=1         | Kan sammanslås med 11.02.05  |
| .02.05  | Rum för vaktmästare         | 1          | 10                          | 24x36                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 2                | A                   | A                | A               |  |
| .03.03  | Väntrum                     | 1          | 10                          | 24x36                           |                                       |         |    | 1                     | 1                 | 1                | A                   | Y04=4            | A Y07=1         | Vid 11.02.01 och 11.02.04, Kompl. m. arkiv i 42. eller 43. Betr. brandskydd, se KES publ. 1963:2 |
| .10.01  | Arkiv                       | 1          | 4                           | 24x36                           |                                       |         |    | 1                     | 1                 | 1                | A                   | A                | A               |  |
| .09.03  | Kapprum                     | 1          |                             | 24x24                           |                                       |         |    |                       | 2                 | 1                | A                   | Y08=3<br>A Y10=2 | A               |  |
| .12.02  | Toalett                     |            |                             | 15x12<br>24x12                  |                                       |         |    |                       | 2                 | 1                | E                   | Y04=4            | C               |  |
| 12.   | <u>Läroavdelning</u>        |            |                             |                                 |                                       |         |    |                       |                   |                  |                     |                  |                 |  |
| .14.01  | Lärarum                     | 1          |                             | 84x60                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 2                | A                   | A                | A               |  |
| .19.08  | Konferensrum                | 1          |                             | 48x36                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               |  |
| .03.05  | Viltrum                     | 1          | 135                         | 24x24                           |                                       |         |    | 2                     | 1                 | 3                | A                   | A                | A               |  |
| .16.07  | Pentry                      | 1          |                             | 24x24                           |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 2                | A                   | A                | A               |  |
| .02.07  | Arbetsrum                   | 6          |                             | 24x48<br>48x24<br>84x24         |                                       |         |    | 1                     | 2                 | 3                | A                   | A                | A               |  |

1) Angivna ytor är statsbidragsberättigade nettogolvvytor enl. Skolöverstyrelsens lokalbehovsnormer

2) Angivna rumsmått är mått enligt typrumsserien

3) Förklaringar till lokalprogrammets tekniska del, se bifogade förklaringar 92.1

| LIT.     | LOKAL                              | AN-<br>TAL | YTA<br>i: a<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT <sup>2)</sup><br>djup x längd<br>(M) | TILLSÄTTSINSTALLATIONER <sup>3)</sup> |         |       | MÖRK-<br>LÄGG-<br>NING <sup>3)</sup> | AKUSTIK <sup>3)</sup> |                     | YTKRAV <sup>3)</sup> |                  | ANMÄRKNINGAR                    |
|----------|------------------------------------|------------|-------------------------------|---|---------------------------------------|---------|-------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------------------------|
|          |                                    |            |                               |   | Venti-<br>lation<br>m <sup>2</sup> /h | Sanitet | Ei    |                                      | Ljud-<br>alsring      | Ljud-<br>känslighet | Golv                 | Inner-<br>väggar |                                 |
| 1.       | ADMINISTRATIONSLOKALER<br>(forts.) |            |                               |   |                                       |         |       |                                      |                       |                     |                      |                  |                                 |
| 12.18.07 | Telefonhytt                        | 1          |                               | 9x12  |                                       |         |       |                                      | -                     | -                   |                      |                  | Ytkrav lika omgivande lokal.    |
| .09.03   | Kapprum                            | 1          |                               | 84x24   |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | A                   | A                    | A                | Inkl. utrymme för lärarskåp.    |
| .12.02   | Toalett                            | 2          |                               | 15x12   |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | E                   | E                    | E                |                                 |
| .12.09   | Toalett med förrum                 | 1          |                               | 30x12   |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | E                   | E                    | E                |                                 |
| 13.      | <u>Elevvårdsavdelning</u>          |            |                               |   |                                       |         |       |                                      |                       |                     |                      |                  |                                 |
| .15.01   | Rum f. skolläkare-skolskött.       | 1          | 20                            | 60x36   |                                       | 2.2.0,9 | 6,10A | 2                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                | Nära 11. och 12.                |
| .02.02   | Rum f. yrkesvårslärare             | 1          | 10                            | 48x24   |                                       |         |       | 1                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                |                                 |
| .02.03   | Rum f. skolpsykolog                | 1          | 10                            | 48x24   |                                       |         |       | 1                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                | Tillkommer i förekommande fall. |
| .02.11   | Rum för skolkurator                | 1          |                               |   |                                       |         |       | 1                                    | 1                     | 1                   | A                    | A                |                                 |
| .03.03   | Väntrum                            | 1          |                               |   |                                       |         |       | 1                                    | 2                     | 1                   | A                    | A                |                                 |
| .09.03   | Kapprum                            | 1          |                               |   |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | 1                   | A                    | A                |                                 |
| .03.04   | Villrum                            | 1          | 6                             | 36x24   |                                       |         |       | 2                                    | 1                     | 3                   | A                    | A                |                                 |
| .13.05   | Väntrum, omklädningsrum            | 2          | 20                            | 24x48<br>60x24                                |                                       |         |       | 1                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                |                                 |
| .12.02   | Toalett                            | 2          |                               | 24x12<br>24x24                                |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | 1                   | E                    | E                |                                 |
| .04.22   | Skolklinik                         | 1          | 15                            | 84x36   |                                       | 1.1.0,3 | 2,10A | 2                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                | Tillkommer i förekommande fall. |
| .04.23   | Observationsklinik                 | 1          | 24                            |   |                                       |         |       | 2                                    | 2                     | 3                   | A                    | A                | Tillkommer i förekommande fall. |

| LITT.    | LOKAL  | 1)         |                              | 2)                              |                                       |          | TILLSÄTTSINSTALLATIONER 3) |                   |                     | BELASTNINGAR 3) | MÖRK-<br>LÄGG-<br>NING 3) | AKUSTIK 3) |                  | YTKRAV 3)        |   |       | ANMÄRKNINGAR   |  |
|----------|--|------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------|----------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------|------------------|------------------|---|-------|--|--|
|          |  | ANTA-<br>L | YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | RUMSHÄTT<br>djup x längd<br>(M) | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet  | Ei                         | Liud-<br>abstring | Liud-<br>känslighet |                 |                           | Golv       | Inner-<br>väggar | Inner-<br>tak    |   |       |  |  |
| 2.       | UNDERVISNINGSLOKALER   |            |                              |                                 |                                       |          |                            |                   |                     |                 |                           |            |                  |                  |   |       |  |  |
| 20.      | Utrymme för språk, matematik,<br>orient. ämn., maskinskrivning |            |                              |                                 |                                       |          |                            |                   |                     |                 |                           |            |                  |                  |   |       |  |  |
| 20.04.28 | Basutrymme, språk, Ma, Re, SO                                  | 12         | 720                          | 84x72<br>84x84                  |                                       |          | 2,10A                      |                   |                     |                 | 2                         | 2          | A                | A                | A |       | 2 basutrymmen bör kunna av-<br>delas till 4 gruppsamtalsrum  |  |
| 23.04.18 | Specialklass   | 1          | 60                           | 84x72                           |                                       |          | 2,10A                      |                   |                     |                 | 2                         | 2          | A                | A                | A |       |  |  |
| 20.04.29 | Komplementutrymme, språk, Ma<br>Re, SO 4)                      | 1          | 403                          |                                 | 5)                                    |          | 6)                         |                   |                     |                 | 1                         | 5)         | A                | A                | A |       | I ytan ingår utrymmen för<br>bokrum, uppehålls- o studie-<br>rum, 2 st ämnesrum samt 7 st<br>grupprum. |  |
| 23.10.03 | Utrymme för läromedel  | 1          | 48                           |                                 |                                       |          |                            |                   |                     |                 | 2                         | 1          | A                | Y08=3<br>A Y10=2 | A |       | Har i exemplet sammanslagits<br>med 20.04.29   |  |
| 22.02.06 | Rum för bibliotekarie  | 1          | 15                           |                                 |                                       |          |                            |                   |                     |                 | 1                         | 2          | A                | f.               | A |       | Har i exemplet sammanslagits<br>med 20.04.29   |  |
| 20.04.30 | Basutrymme NO-ämnen  | 3          | 195                          | 84x84                           |                                       | 10.1.3,3 | 20,10A                     |                   |                     |                 | 3                         | 2          | A                | Y05=3            | A |       |  |  |
| 20.04.31 | Basutrymme NO-ämnen (kemi)                                     | 1          | 65                           | 84x84                           | .500                                  | 10.1.3,3 | 20,10A                     |                   |                     |                 | 3                         | 2          | A                | Y05=3            | A |       |  |  |
| 24.04.21 | Utrymme för läromedel och<br>preparation, fysik-biologi        | 1          | 90                           | 84x120                          |                                       | 2.2.1,2  | 16,10A                     |                   |                     |                 | 3                         | 2          | A                | Y05=3            | A |       | Nås från neutralt utrymme.   |  |
| 24.04.11 | Utrymme för läromedel och<br>preparation, kemi                 | 1          | 24                           | 84x36                           | 500                                   | 3.1.1,2  | 6,10A                      |                   |                     |                 | 3                         | 2          | A                | Y05=3            | A |       |  |  |
| 20.04.32 | Komplementutrymme NO-ämnen                                     | 1          | 65                           | 84x72                           |                                       | 4.3.2,1  | 28,10A                     |                   |                     |                 | 3                         | 2          | A                | Y05=3            | A |       | Akustiskt störande. Kan an-<br>vändas som inlärningsstudio<br>typ AP                                   |  |
| 25.04.15 | Maskinskrivningssal  | 1          | 60                           | 84x84                           |                                       |          | 6,10A                      |                   |                     |                 | 2                         | 3          | A                | A                | A |       |  |  |
| 21.      | Utrymme för läromedels-<br>produktion                          |            |                              |                                 |                                       |          |                            |                   |                     |                 |                           |            |                  |                  |   |       |  |  |
| .08.01   | Läromedelsproduktion   | 1          | 35                           | 84x48                           |                                       | 1.1.0,3  | 4,10A                      |                   |                     |                 | 2                         | 2          | A                | Y08=3<br>A Y10=2 | A |       | Nås från neutralt utrymme.   |  |
| .08.03   | Mörkrum  | 1          |                              |                                 |                                       | 1.1.0,6  | 4,10A                      |                   |                     |                 |                           |            | 1                | 1                | A | Y05=3 | A  |  |

4) Tillkommer ev. överyta från basutrymmen

5) Se resp. fackavsnitt

6) Installationerna varierar med lokalens storlek

| LIT.   | LOKAL                                    | AN-<br>TAL     | YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | TILLSÄTTSINSTALLATIONER <sup>3)</sup> |         |                    | MÖRK-<br>LAGG-<br>NING <sup>3)</sup> | AKUSTIK <sup>3)</sup>           |                  | YTKRAV <sup>3)</sup> |                |                 | ANMÄRKNINGAR   |
|--------|--|----------------|------------------------------|---------------------------------------|---------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------|--|
|        |  |                |                              | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei                 |                                      | BELAST-<br>NINGAR <sup>3)</sup> | Ljud-<br>släring | Ljud-<br>känslighet  | Golv           | Iner-<br>väggar |  |
| 2.     | UNDERVISNINGSLOKALER (forts.)            |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| 26.    | Lokaler för musik, teckning<br>och konst |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| .05.01 | Musiksal                                 | 1              | 65                           |                                       |         | 6,10A              |                                      | 3                               | 3                | A                    | A              | A               | Akustiskt störande. Skild fr.<br>annan akust. störande lokal.                    |
| .05.02 | Materiel- och grupprum musik             | { 1<br>1<br>20 | { 24<br>36x48<br>20          |                                       |         |                    |                                      | 3                               | 3                | A                    | A              | A               |  |
| .05.03 | Teckn.sal med verkstad                   | 1              | 84x132                       | 5.2.2,1                               |         | 6,10A              |                                      | 2                               | 2                | A                    | Y05=3          | A               | Nära lokaler f. musik, textil-<br>resp. trä- o metallslöjd samt<br>hemkundskap   |
| .05.05 | Förråd, teckning                         | 1              | 60x24                        |                                       |         | 1,16A 3f           |                                      | 1                               | 1                | A                    | Y08=3<br>Y10=2 | A               |  |
| .05.15 | Rum för konst o klangstudio              | 1              | 84x84                        |                                       |         |                    |                                      | 3                               | 3                | A                    | A              | A               | Nära 26.05.02  |
| 27.    | Lokaler för slöjd och teknik             |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| .05.06 | Textilslöjdsal                           |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| .05.07 | Vävkammare                               | 1              | 84x120                       | 1.1.0,6                               |         | 24,10A             |                                      | 3                               | 2                | A                    | A              | A               | Akustiskt störande. Nära<br>26.05.03 och 28.                                     |
| .10.07 | Förråd                                   |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| .05.16 | Provrum                                  | 1              | 24x24                        |                                       |         |                    |                                      | 1                               | 1                | A                    | Y08=3<br>Y10=2 | A               |  |
| .05.08 | Trä- och metallslöjdsal                  | 1              | 84x144                       | 4.2.1,8                               |         | 10,10A<br>4,16A 3f |                                      | 1                               | 2                | A                    | A              | A               | Akustiskt störande. Inlastn.<br>Nära 26.05.03                                    |
| .05.09 | Teknikverkstad                           | 1              | 84x144                       | 2.2.1,2                               |         | 20,10A<br>8,16A 3f |                                      | 3                               | 1                | B                    | B              | B               | Nära 24.04.30  |
| 28.    | Hemkundskapslokaler                      |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
| .05.12 | Hemkundskapslokal                        | 2              | 84x108                       |                                       |         | 25,10A<br>8,16A 3f |                                      | 2                               | 2                | A                    | A              | A               | Nära 26.05.03  |
| .10.10 | Materielrum med bad                      | 1              | 84x36                        | 18.17.11,7                            |         |                    |                                      | 2                               | 2                | A                    | Y17=9          | A               |  |
| 29.    | Gymnastiklokaler                         |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 |  |
|        |  |                |                              |                                       |         |                    |                                      |                                 |                  |                      |                |                 | Se Aktuellt från Skolöver-<br>styrelsen nr 22 1969/70<br>Ändrade lokalprogrammer |



| LIT.   | LOKAL                                      | AN-<br>TAL | 1)<br>YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | 2)<br>RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(m) | TILLSÄTTSINSTALLATIONER <sup>3)</sup> |         |    | BELAST-<br>NINGAR <sup>3)</sup> | MÖRK-<br>LÄGG-<br>NING <sup>3)</sup> | AKUSTIK <sup>3)</sup> |                     | YTKRAV <sup>3)</sup> |                  |                | ANMÄRKNINGAR  |
|--------|--|------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|----|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------|---|
|        |  |            |                                    |                                       | Venti-<br>lation<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei |                                 |                                      | Ljud-<br>alstring     | Ljud-<br>känslighet | Golv                 | Inner-<br>väggar | Inner-<br>tak  |   |
| 31.    | <u>Skolmältidslokaler</u>                  |            |                                    |                                       |                                       |         |    |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |                |   |
| .07.02 | Matsal-samlingsal                          | 1          | 185                                | 108x216                               | 108x216                               |         |    | 50+350                          | 2                                    | 3                     | A                   | A                    | A                | A              | Inkl. utrymme för bardisk<br>Matsalen dimensioneras för<br>1/3 av elevantalet. Samlings-<br>salen för en årskurs. |
| .19.01 | Scen                                       | 1          | 40                                 |                                       |                                       |         |    |                                 | 2                                    | 1                     | A                   | A                    | A                | A              | 4 st tvättställ   |
| .10.14 | Stoiförråd                                 | 1          |                                    | 84x24                                 | 84x24                                 |         |    |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |                |   |
| .12.08 | Utrymme för tvättställ                     |            |                                    |                                       |                                       |         |    |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |                |   |
| .14.02 | Personalmatsal                             | 1          | 35                                 | 36x96                                 | 72x48                                 |         |    |                                 | 1                                    | 2                     | A                   | A                    | A                | A              |   |
| .16.01 | Serveringskök                              | 1          | 27                                 | 36x84                                 | 84x36                                 |         |    |                                 | 1                                    | 3                     | Y05=3<br>E Y21=3    | E                    | Y05=3            | E              | Inkl. utrymme för diskning<br>Nås direkt utifrån  |
| .10.19 | Avfallsrum                                 | 1          | 1                                  | 15x12                                 | 15x12                                 |         |    |                                 | 1                                    | 1                     | F                   | F                    | Y05=4            | F              | Nås direkt utifrån  |
| .12.06 | Städtrum                                   | 1          | 2                                  | 15x12                                 | 15x12                                 |         |    |                                 | 1                                    | 1                     | E                   | E                    | E                | E              |   |
| .16.02 | Varuintag                                  | 1          | 4                                  | 36x24                                 | 18x24                                 |         |    |                                 | 3                                    | 1                     | F                   | F                    | F                | F              | Nås direkt utifrån  |
| .13.04 | Omklädningsrum                             | 1          | 6                                  | 21x36                                 | 21x24                                 |         |    |                                 | 1                                    | 2                     | A                   | A                    | A                | A              |   |
| .12.02 | Toalett                                    | 1          | 1                                  | 15x12                                 | 15x12                                 |         |    |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E                    | E                | E              |   |
| 32.    | <u>Upphållsutrymmen för elever</u>         |            |                                    |                                       |                                       |         |    |                                 |                                      |                       |                     |                      |                  |                |   |
| .09.04 | Upphållsutrymme i central-<br>kapprum      |            | 90                                 |                                       |                                       |         |    |                                 | 1                                    | 3                     | D                   | Y08=3<br>Y10=2       | D                | Y08=3<br>Y10=2 | D   |
| .09.05 | Utrymme för elevskåp i central-<br>kapprum |            | 90                                 |                                       |                                       |         |    |                                 | 3                                    | 1                     | D                   | D                    | D                | D              | D   |
| .09.06 | Utrymme för kapprum i central-<br>kapprum  |            |                                    |                                       |                                       |         |    |                                 | 3                                    | 1                     | D                   | D                    | D                | D              | D   |
| .12.01 | Toalett                                    |            | 28                                 | 24x12<br>15x12                        |                                       |         |    |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E                    | E                | E              | Varav 3 st utomhustoaletter   |
| .12.03 | Snyggrum                                   | 1          |                                    | 24x12                                 |                                       |         |    |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E                    | E                | E              |   |
| .12.11 | Toalett för rörelsehandrade                | 1          |                                    | 24x24                                 |                                       |         |    |                                 | 2                                    | 1                     | E                   | E                    | E                | E              |   |
| .19.04 | Elevkärslokal                              | 1          | 20                                 | 84x36                                 |                                       |         |    |                                 | 1                                    | 2                     | A                   | A                    | A                | A              |   |

| LITT.  | LOKAL                         | AN-<br>TAL | YTA<br>s:a<br>m <sup>2</sup> | RUMSMÅTT<br>djup x längd<br>(m) | TILLSÄTSINSTALLATIONER 3)             |         |    | MÖRK-<br>LAGG-<br>NING | AKUSTIK 3)        |                     |                    | YTKRAV 3)          |               |  | ANMÄRKNINGAR |  |
|--------|-------------------------------|------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------|----|------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|--|--------------|--|
|        |                               |            |                              |                                 | Ventila-<br>tion<br>m <sup>3</sup> /h | Sanitet | Ei |                        | Ljud-<br>abstring | Ljud-<br>känslighet | Golv               | Innev-<br>vagnar   | Innev-<br>tak |  |              |  |
| 4.     | ÖVRIGA UTTRYMMEN              |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        |                   |                     |                    |                    |               |  |              |  |
| 41.    | <u>Kommunikationer</u>        |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        |                   |                     |                    |                    |               |  |              |  |
| .17.01 | Vindfång                      |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 3                 | 1                   | D                  | D Y04=4<br>D Y08=1 | D Y10=0       |  |              |  |
| .17.11 | Övriga kommunikationsutrymmen |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 3                 | 1                   | D                  | D Y04=4<br>D Y08=1 | D             |  |              | 42.10.01, .10.06, .10.23<br>och .10.24 kan placeras i 43 |
| 42.    | <u>Förvaringsutrymmen</u>     |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        |                   |                     |                    |                    |               |  |              |  |
| .10.01 | Arkiv                         | 1          |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 1                 | 1                   | E                  | E                  | E             |  |              | Betr. brandskydd, se KBS<br>publ. 1963:2                 |
| .12.06 | Stådrum                       | 10         |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F                  | F Y02=2<br>F Y05=4 | F             |  |              |  |
| .10.15 | Soprum                        |            |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 1                 | 1                   | A                  | A                  | A             |  |              |  |
| .13.04 | Omklädningsrum för städpers.  | 1          |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F Y05=2<br>F Y17=2 | F                  | F             |  |              |  |
| .10.16 | Städförråd                    | 1          |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F                  | F                  | F             |  |              |  |
| .10.23 | Allmänt möbelförråd           | 1          |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 1                 | 1                   | F Y05=2<br>F Y17=2 | F                  | F             |  |              |  |
| .10.24 | Förråd för trädgårdsredskap   | 1          |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F                  | F                  | F             |  |              |  |
| 43.    | <u>Skyddsrum</u>              |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        |                   |                     |                    |                    |               |  |              |  |
| .11.01 | Skyddsrum                     | 2          |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F                  | F Y08=9            | F             |  |              |  |
| .11.02 | Biutrymmen i skyddsrum        |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F                  | F Y08=9            | F             |  |              |  |
| 44.    | <u>Apparatrum</u>             |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        |                   |                     |                    |                    |               |  |              |  |
| .18.01 | Pannrum                       |            |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 3                 | 1                   | F                  | F                  | F             |  |              |  |
| .18.02 | Pannrumsverkstad              |            |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 3                 | 1                   | F                  | F                  | F             |  |              |  |
| .18.03 | Apparatrum till pannrum       |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 3                 | 1                   | F                  | F                  | F             |  |              |  |
| .18.04 | Elcentral                     |            |                              |                                 |                                       |         |    |                        | 1                 | 1                   | F Y05=2<br>F Y17=2 | F                  | F             |  |              |  |
| .18.05 | Fläkttrum                     |            |                              |                                 |                                       |         | A  |                        | 3                 | 1                   | F Y05=2<br>F Y17=2 | F                  | F             |  |              |  |

Enl. spec.  
bestämme-  
lser

## FÖRKLARINGAR I LOKALPROGRAMMETS TEKNISKA DEL

TillsatsinstallationerVentilation

Uppgifterna avser erforderlig tillsatsventilation i m<sup>3</sup>/h  
 ex 500 = 500 m<sup>3</sup>/h

Sanitet

Första siffran i siffergruppen anger tillsatsinstallation av antal normaltappställen för kalltappvatten, andra siffran antal normaltappställen för varmtappvatten. Tredje siffran anger summan av avloppsnormalflödet i liter/sek.

ex 2.1.0,9 = 2 st normaltappställen, kallvatten  
 1 st " , varmvatten  
 0,9 avloppsnormalflöde, liter/sek.

El

Uppgifterna avser antal uttagsenheter, säkringsstorhet och antal faser

ex 3,10A = 3 st uttagsenheter för 10 ampere 1-fas  
 4,16A 3f = 4 st uttagsenheter för 16 ampere 3-fas

Belastningar

Statisk belastning i kp/m<sup>2</sup> anges som vilande last med tillägg för rörlig last. Normalvärde för belastning i skollokaler är 50+150 kp/m<sup>2</sup>. Endast lokaler med belastning avvikande från normalvärdet är angivna i tabellerna. I bokrum ökas normalvärdet med vikten av böcker ( $\gamma = 800 \text{ kg/m}^3$ ) och bokhyllor. I vissa lokaler, markerade med A, sker dimensionering med för lokalen aktuell belastning.

Mörkläggnig

För mörkläggnig har använts de krav för egenskaper IO6 Mörkläggnig som redovisas i "Egenskapskrav på byggnadsdelar", bilaga till avsnittet Produktionsmetoder och material, 12. Häfte nr 18, rapport 50/69. Dessa är

klass 1. Ljusdiffusion  
 " 2. Enkel ljusisolering  
 " 3. Effektiv ljusisolering  
 " 9. Speciell ljusisolering

Akustik

För akustik redovisas nivåerna för ljudalstring och ljudkänslighet. Se egenskapen IO8 Isolering mot luftljud, "Egenskapskrav på byggnadsdelar", bilaga till avsnittet Produktionsmetoder och material, 12. Häfte nr 18, rapport 50/69.

Ljudalstring 0 ingen  
 1 låg  
 2 normal  
 3 hög

Ljudkänslighet 0 ingen  
 1 låg  
 2 normal  
 3 hög

Ytkrav

Kravtyperna bestäms av klassindelningen för olika egenskapskrav. Se "Egenskapskrav på byggnadsdelar", bilaga till avsnittet Produktionsmetoder och material, 12. Häfte nr 18, rapport 50/69.



### 93. Förslag till klimatnorm för studiehallar

#### 93.1 Allmänt

Den föreslagna normtexten har skrivits med full spaltbredd, medan kommentarer och anvisningar skrivits med reducerad spaltbredd.

- 93.11 Temperaturen i studiehall, beräknad enligt i det följande angiven metod, tillåtes överstiga 25°C under högst 10 % av sammanlagd lektionstid under majmånader om studiehallen saknar effektiv vädringsmöjlighet. För hallar som bedöms vara effektivt vädringsbara föreslås samma krav gälla som för konventionella klassrum, dvs  $P_{25} \leq 20 \%$ .

Den i normtexten angivna temperaturen utgör en gräns över vilken elevens prestationsförmåga markant försämras. Av praktiska och ekonomiska skäl måste man emellertid tillåta överskridande under viss tid, som beräknas enligt den i det följande redovisade normerade metoden.

- 93.12 Som mått på rumstemperaturen används den s k operativa temperaturen. Denna beräknas här som medelvärdet av rumsluftens temperatur och strålningstemperaturen. Den senare beräknas för detta slag av lokaler som medelvärdet av golv- och taktemperaturen. Rumsluftens temperatur förutsätts vara lika i rummets olika delar.

Man får således operativa temperaturen

$$t_{op} = 0,5 t_r + 0,25 (t_g + t_t)$$

där  $t_r$  = rumsluftens temperatur

$t_g$  = golvets yttemperatur

$t_t$  = takets yttemperatur

Det sålunda beräknade värdet på  $t_{op}$  gäller för en punkt mitt i lokalen utan hänsyn till inverkan av väggar eller eventuella fönster. En mera exakt beräkning av operativa temperaturen tar förutom till lufttemperaturen även hänsyn till såväl resp rumsytors rymdvinkelkoefficient som yttemperatur samt värmeövergångstalen för strålning och konvektion (Friberg och Ronge, 1964). Man finner dock i allmänhet för normala rumsklimat att den operativa temperaturen kan approximeras som medelvärdet av luft- och strålningstemperaturen.

Den strålningsasymmetri som kan uppkomma på grund av avvikande fönstertemperatur har relativt begränsad betydelse i en studiehall. Eventuella fönster förutsätts nämligen bli placerade uppe vid hallens tak och får därför mindre inverkan på operativa temperaturen än fönster i ögonhöjd.

- 93.13 Lufttemperaturen och yttemperaturen på golv och tak under den tid studiehallen är i bruk under en skoldag beräknas på dator med härför lämpligt program. Det förutsätts att datorprogrammet ger samma resultat som den metod, vilken redovisas i Byggeforskningens särtryck 4:1964.

Ur datorberäkningen erhålles värden på rumsluftens, golvets och takets temperatur, exempelvis för varje hel- eller halvtimme under ett helt dygn. Med utgångspunkt från sådana

värden illustreras temperaturförloppet på sätt som visas i fig 52. För den vidare bearbetningen beräknas operativa temperaturen under lektionstid och inritas i diagrammet. I lektionstiden inräknas ej lektioner för eventuell kvällsundervisning.

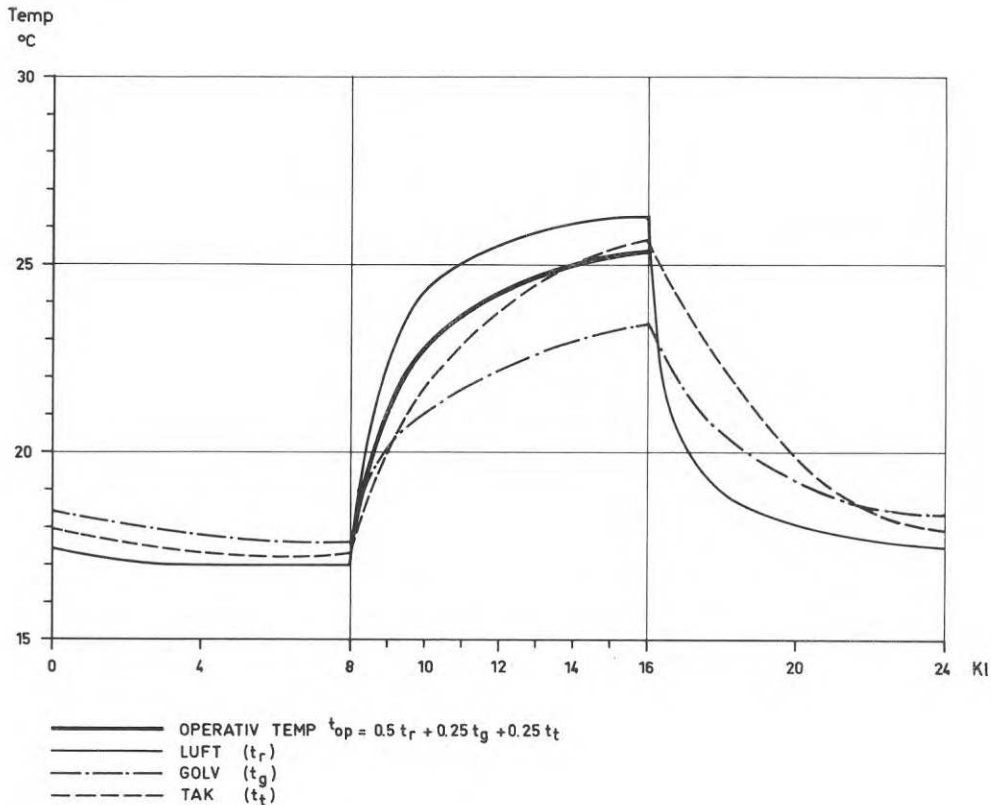


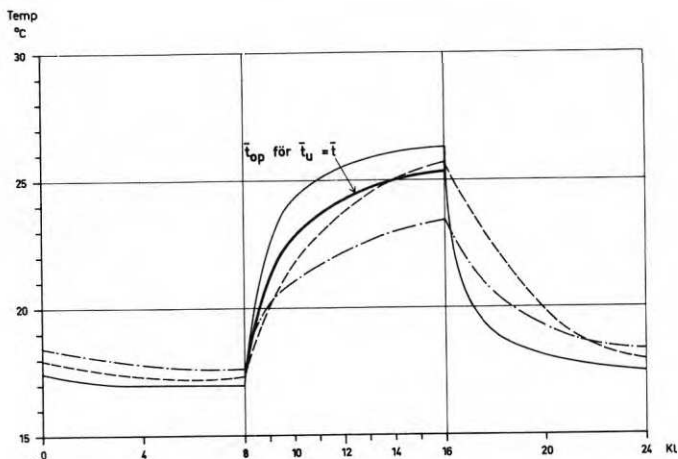
Fig 52 Exempel på dygnsförlopp av enligt normförslaget beräknad temperatur på rumsluft, golv och tak samt den operativa temperaturen ( $t_{op}$ ) under lektionstid, kl 8-16.

93.14 Den kumulativa fördelningen av den operativa temperaturen under lektionstid ("varaktigheten") beräknas, dvs hur stor del av lektionstiden under en dag som olika temperaturer överskrids.

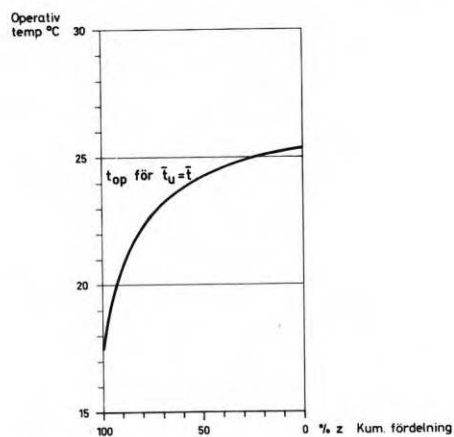
Om den operativa temperaturen under lektionstid varierar så, att den under någon del av tiden blir lägre än tidigare under dagen, beräknas den kumulativa fördelningen på sätt som anges i rapport 50/69, häfte 10, pkt 22.114.

Genomförda beräkningar av olika fall visar att den operativa temperaturen i en studiehall ständigt stegras under lektionstid. Den kurva som beskriver temperaturförloppet blir då identisk med den kumulativa fördelningen av temperaturen (temperaturens varaktighetskurva), se fig 53b.

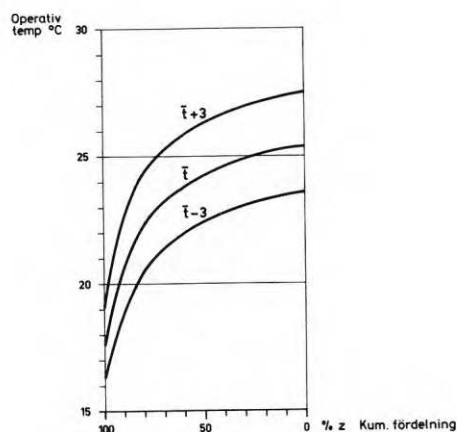
Tiden mellan kl 8 och 16 har indelats i procent ( $z$ ). För den fortsatta bearbetningen kan man alltså lätt erhålla samhörande värden på  $z$  och  $t_{op}$  för inprickning av kurvan på annat diagrampaper, se fig 54.



a)



b)



c)

Fig 53 Tidsförloppet av operativa temperaturen  $t_{op}$  i exemplet, fig 52, och motsvarande kumulativa fördelning av  $t_{op}$ , kan beskrivas av samma kurva eftersom  $t_{op}$  i detta fall ständigt ökar under lektionstid. Genom att lägga in en procentskala,  $z$ , mellan kl 8 och 16 kan man enkelt bestämma samhörande värden på  $z$  och  $t_{op}$  för uppritning av kurvan på annat diagrampapper för den fortsatta bearbetningen (b). De tre kurvorna (c) svarar mot tre olika värden på dygnsmedeltemperaturen  $\bar{t}_u$ , nämligen  $\bar{t} - 3$ ,  $\bar{t}$  och  $\bar{t} + 3$ .

93.15 Beräkningen enligt 93.13 och 93.14 genomförs för tre värden på utetemperaturens dygnsmedelvärde, nämligen dels för en s k bas-temperatur  $\bar{t}$ , dels för värdena  $\bar{t} + 3$  och  $\bar{t} - 3$  enligt 93.31:2.

Genom manuell interpolering och extrapolering erhålls de kumulativa fördelningarna för mellanliggande och högre utetemperaturer med utetemperaturintervallet  $1^{\circ}\text{C}$ .

För de fortsatta beräkningarna är kurvornas skärningspunkt med  $25^{\circ}$ -linjen av speciell betydelse. Man interpolerar resp extrapolerar fram samtliga kurvor, som kommer att skära  $25^{\circ}$ -linjen. Interpoleringen görs linjärt. Extrapoleringen av de kurvor som svarar mot utetemperaturerna  $\bar{t} + 4$ ,  $\bar{t} + 5$  och  $\bar{t} + 6$  görs genom parallellförskjutning av den mot  $\bar{t} + 3$  svarande kurvan. Man väljer därvid samma delning som mellan kurvorna för  $\bar{t}$  och  $\bar{t} + 3$  vid  $z = 50\%$  (fig 54).

93.16 Den totala tidsandel  $P_{25}\%$  som operativa temperaturen överskrider tillåtet gränsvärde ( $25^{\circ}\text{C}$ ) erhålls genom summering  $P_{25} = \sum(qz)/100$ , där  $z$  är den tidsandel under vilken gränstemperaturen vid resp utetemperatur överskrides och  $q$  är den för resp utetemperatur gällande relativa frekvensen enligt tabell 7.

Den tidsandel  $z$  som temperaturen under en enstaka dag kommer att ligga över  $25^{\circ}\text{C}$  erhålls ur skärningen mellan resp kurva och  $25^{\circ}$ -linjen. I exemplet, fig 54, erhålles för  $\bar{t} + 2$   $z = 64\%$ .

Med  $q$  anges den frekvens med vilken resp kurva kan förväntas enligt tabell 7. För t ex  $\bar{t} + 2$  är  $q = 2,7\%$ . Den totala tidsandelen som operativa temperaturen blir  $25^{\circ}\text{C}$  eller högre blir således under dagar med temperaturen  $\bar{t} + 2$

$$\frac{2,7 \cdot 64}{100} = 1,7\% \text{ under samtliga majmånader.}$$

Sedan  $z$ -värdena bestämts för samtliga kurvor som skär  $25^{\circ}$ -linjen beräknas  $P_{25}$  på sätt som framgår av följande exempel.

Om det beräknade värdet på  $P_{25}$  ligger obetydligt över det godkända och om orten ligger nära temperaturzon med lägre bastemperatur kan ett nytt, lägre värde på  $P_{25}$  beräknas genom interpolering enligt 93.22.



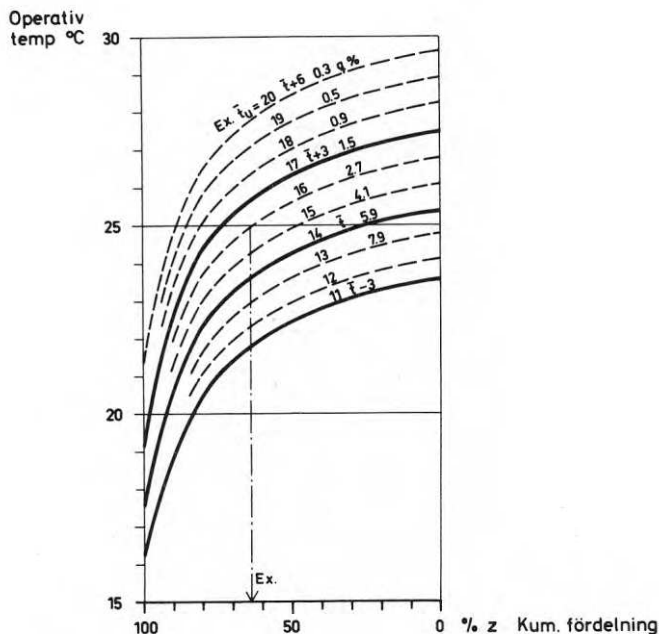


Fig 54 Exempel på varaktighetskurvor som svarar mot ett antal utetemperaturer. De mot  $\bar{t} - 3$ ,  $\bar{t}$  och  $\bar{t} + 3$  svarande kurvorna är baserade på datorberäknade resultat. De övriga är linjärt interpolerade eller extrapolerade.

Exempel: Antag, att beräkningarna gäller för en skola belägen på en plats med bastemperaturen  $\bar{t} = 14^{\circ}\text{C}$ . Under dagar då dygnsmedeltemperaturen  $\bar{t}_u = \bar{t} + 2^{\circ}$  dvs i detta exempel  $16^{\circ}\text{C}$  kommer rumstemperaturen att överskrida  $25^{\circ}\text{C}$  under 64 % av lektionstiden. Antalet dagar med  $\bar{t}_u = \bar{t} + 2^{\circ}\text{C}$  kan förväntas utgöra 2,7 % av totalt antal majdagar under en följd av år.

### 93.2 Beräkningsexempel

#### 93.21 Beräkning av $P_{25}$

Antag att temperaturberäkningar genomförts för en studiehall på en ort med bastemperaturen  $\bar{t} = +14^{\circ}\text{C}$  (enl. kartan, fig 55) och att beräkningsdata valts efter de regler som angivits i 93.31 och 93.32.

Temperaturen på rumsluften, tak- och golvytorna har beräknats med dator för tre dygn med resp  $+11(\bar{t}-3)$ ,  $+14(\bar{t})$  och  $+17(\bar{t}+3)^{\circ}\text{C}$  dygnsmedeltemperatur. Operativa temperaturen  $t_{op}$  under lektionstid har därefter beräknats manuellt (se fig 52).

Den kumulativa fördelningen av  $t_{op}$  under lektionstid (varaktighetskurvan) uppritas och de kurvor som svarar mot mellanliggande och högre utetemperaturer har interpolerats resp extrapolerats (se fig 53 och 54).

Man vill nu beräkna under hur stor andel av den totala lektionstiden som  $t_{op}$  kommer att ligga över  $25^{\circ}\text{C}$ . Bestäm först skärningspunkterna mellan  $25^{\circ}\text{C}$ -linjen och kurvorna, dvs hur stor del  $z$  av lektionstiden som  $t_{op}$  är högre än  $25^{\circ}\text{C}$ . De ur fig 54 erhållna värdena framgår av nedanstående uppställning liksom frekvensen  $q$  för resp kurva enligt tabell 7.

För varje kurva beräknas sedan  $qz/100$ . Den totala tidsandelen  $P_{25}$  för temperaturer överskridande  $25^{\circ}\text{C}$  under samtliga majmånader sammanräknas därefter, enligt följande.

| $\bar{t}_u$                      | q   | z  | qz/100      |
|----------------------------------|-----|----|-------------|
| $\bar{t} + 6$ (20) <sup>1)</sup> | 0,3 | 89 | 0,27        |
| $\bar{t} + 5$ (19)               | 0,5 | 86 | 0,43        |
| $\bar{t} + 4$ (18)               | 0,9 | 81 | 0,73        |
| $\bar{t} + 3$ (17)               | 1,5 | 74 | 1,11        |
| $\bar{t} + 2$ (16)               | 2,7 | 64 | 1,73        |
| $\bar{t} + 1$ (15)               | 4,1 | 50 | 2,05        |
| $\bar{t}$ (14)                   | 5,9 | 27 | <u>1,59</u> |

S:a 7,91

Det i exemplet erhållna värdet på  $P_{25}$  är alltså 7,9 %, dvs temperaturen i studiehallen, beräknad enligt den normerade modellen, kommer att överskrida 25°C under 7,9 % av sammanlagd lektionstid under majmånader.

Anm. I just detta exempel gällde att  $z < 100$  %. I fall där  $z = 100$ , dvs om  $t_{op} > 25$  under hela lektionstiden, måste givetvis motsvarande qz-värden också medräknas.

### 93.22 Exempel på interpolering mellan två bastemperaturer.

Antag att det enligt föregående exempel beräknade  $P_{25}$ -värdet blivit högre än det önskade, och att orten ligger nära område med lägre bastemperatur. Antag att ortens bastemperatur enligt interpolering på kartan (fig 55) är 0,8°C lägre än det värde som använts vid beräkningen ovan.

Ett nytt värde på  $P_{25}$  beräknas först för 1,0°C lägre bastemperatur. Man utgår då enklast från de enligt ovan beräknade z-värdena. Man får således

| $\bar{t}_u$                      | q   | z  | qz/100      |
|----------------------------------|-----|----|-------------|
| $\bar{t} + 6$ (19) <sup>1)</sup> | 0,3 | 86 | 0,26        |
| $\bar{t} + 5$ (18)               | 0,5 | 81 | 0,41        |
| $\bar{t} + 4$ (17)               | 0,9 | 74 | 0,67        |
| $\bar{t} + 3$ (16)               | 1,5 | 64 | 0,96        |
| $\bar{t} + 2$ (15)               | 2,7 | 50 | 1,35        |
| $\bar{t} + 1$ (14)               | 4,1 | 27 | <u>1,11</u> |

S:a 4,76

Härvid förutsätts  $P_{25}$  ändras proportionellt mot bastemperaturen. Genom linjär interpolering erhålles:

$$P_{25} = 7,9 - 0,8 (7,9 - 4,8) = 5,2 \%$$

1) Inom ( ) angivna värden avser i exemplet valda värden på utetemperaturens dygnsmedelvärde ( $\bar{t}_u$ )

## 93.3 Normerade beräkningsdata

## 93.31 Generella (objektberoende) beräkningsdata

:1 Solinstrålning (globalstrålning)<sup>1)</sup>

Värden på instrålning mot väggar och tak samt instrålningen genom normala 2-glasfönster väljs med hänsyn till lokalens geografiska läge och fönsterfasadens orientering enligt tabell 6. Hänsyn tas i det aktuella fallet till eventuell horisontavskärmning. Instrålningen genom fönster med yttre, fasta solskydd utformade som horisontella skärmar beräknas med hjälp av fig 56 och tabell 6.

Beräkningarna skall genomföras för de förutsättningar beträffande uteklimatet som råder under dagar i maj med hög utetemperatur. Ett studium av samhörande värden på hög utetemperatur och instrålad solenergi för Stockholm visar att den senare i maj utgör ca 85 % av den under en klar dag instrålad energi (Adamson, 1970). Det förutsätts här att samma förhållanden även gäller för andra orter i landet. (En vid institutet utförd undersökning för Umeå, som har ett mer utpräglat kustklimat än Stockholm, visar att förhållandet genomsnittligt är praktiskt taget detsamma. Spridningen mellan enskilda dagar kan dock vara stor.)

Det har ansetts tillräckligt att med hänsyn till redovisningen av värden för globalstrålningen uppdelat landet i tre zoner, fig 55. Maximala felet vid denna approximering (avvikelse är störst vid zongränserna) uppgår till 5 % av instrålad energi och är inte större än att rimliga krav på beräkningsnoggrannheten ändock tillgodoses.

Det datorprogram som föreslås i normen har försetts med ett tillägsprogram för beräkning av instrålningen. I stället för instrålningsdata anges byggnadens geografiska läge, dvs longitud och latitud samt fönsterfasadens orientering (i grader räknat från söder, varvid orienteringar mot öster har negativt tecken - jfr tabell 6). För icke vertikala fönster anges lutningsvinkeln mot horisontalplanet.

Zonindelningen har gjorts enligt följande uppställning (se även fig 55.)

| Zon                               | Värdena exakta på<br>ort med |          |
|-----------------------------------|------------------------------|----------|
|                                   | latitud                      | longitud |
| I söder om latitud 58,5°          | 57°                          | 14,5°    |
| II mellan latitud 58,5° och 62,5° | 60°                          | 15°      |
| III norr om latitud 62,5°         | 65°                          | 19°      |

Värdena på sol- och himmelsstrålningen har beräknats med dator enligt ett program av G Brown och E Isfält. Här angivna

1) Med solinstrålning avses här globalstrålning, vilket är summan av direkt strålning, himmelsstrålning och markreflekterad strålning.

värden motsvarar 85 % av de vilka gäller för en klar dag. Vid beräkningen har horisontavskärmningen satts till  $0^\circ$  respektive  $10^\circ$  och markreflektionen till 0,25.

## :2 Utetemperatur, dygnsmedelvärde

Datorberäkningen skall utföras för tre olika dygnsmedeltemperaturer, nämligen

- ett basvärde ( $\bar{t}$  °C) som väljs enligt isotermkartan (fig 55)
- ett värde som är  $3^\circ$  högre ( $\bar{t} + 3^\circ$  C) och
- ett värde som är  $3^\circ$  lägre ( $\bar{t} - 3^\circ$  C) än basvärdet

Uppgifter över förekomsten av höga utetemperaturer finns tillgängliga för en del orter i form av frekvensfördelningar av utetemperaturens dygnsmedelvärde månadsvis.

Den i fig 55 redovisade kartan är baserad på SMHI:s statistik för ett 30-tal orter från åren 1961-1968. Denna period kan synas väl kort. Anledningen till att den valts, beror på att SMHI vid tidpunkten för temperaturzonkartans upprättande endast hade väderleksobservationerna från om 1961 registrerade så, att en statistisk bearbetning med dator var lätt genomförbar. En jämförelse med den längre perioden, 1931-1960, från vilken motsvarande uppgifter är lätt tillgängliga för fyra orter, visar en utomordentligt god överensstämmelse. Variationerna kring månadens medeltemperatur är praktiskt taget lika för olika orter. Standardavvikelsen ligger mellan  $3,0$  och  $4,0^\circ$ C.

Basvärdet ( $\bar{t}$ ) motsvarar ungefär månadsmedeltemperaturen plus den verkliga standardavvikelsen ( $\sigma$ ) för respektive ort i det undersökta materialet.

Relativa frekvensen av utetemperaturerna kring de på kartan angivna värdena framgår av tabell 7, för vilken den approximationen gjorts att  $\sigma$  satts till  $3,5^\circ$ C för samtliga orter i landet. Den sålunda erhållna fördelningen är därför korrekt endast för orter med  $\sigma = 3,5^\circ$ . För orter med annat värde på  $\sigma$  medför approximationen ett fel, men detta kan här försummas.

Här givna beräkningsdata avser endygnperioder.

Byggnader av tungt material (stor värmelagringsförmåga) påverkas förhållandevis mindre av höga, enstaka dygnsvärden på utetemperatur och strålning än byggnader av lätt material. Under en varm, solig period värms en byggnad upp successivt, vilket dröjer ett antal dygn, fler ju större värmekapaciteten är. Beräkningsmodellen förutsätter emellertid dygnsstabila förhållanden, varför de beräknade värdena blir högre än de verkliga.

---

1) Numera finns uppgifter över utetemperaturens frekvensfördelning på olika orter och för olika månader registrerade i institutets bok "Klimatdata för Sverige" (Taesler 1972).

Under flerdygnsperioder med höga temperaturer och instrålning är utetemperaturen dessutom genomsnittligt något lägre än under endygnsperioder - under femdygnsperioder i maj (Stockholm) ca  $1^{\circ}\text{C}$  lägre (Adamson 1970). Av nämnda två skäl skulle man kunna välja lägre bastemperatur ju större värmekapacitet byggnaden har. För att få klarhet i hur mycket, krävs emellertid en särskild utredning. För byggnader av tungt material (såvida insidan av väggar, golv och tak inte är täckta av värmeisolerande skikt, vilket ger en tung byggnad i viss mån samma egenskaper som en lätt) skulle bastemperaturen uppskattningsvis kunna reduceras med  $1^{\circ}\text{C}$ .

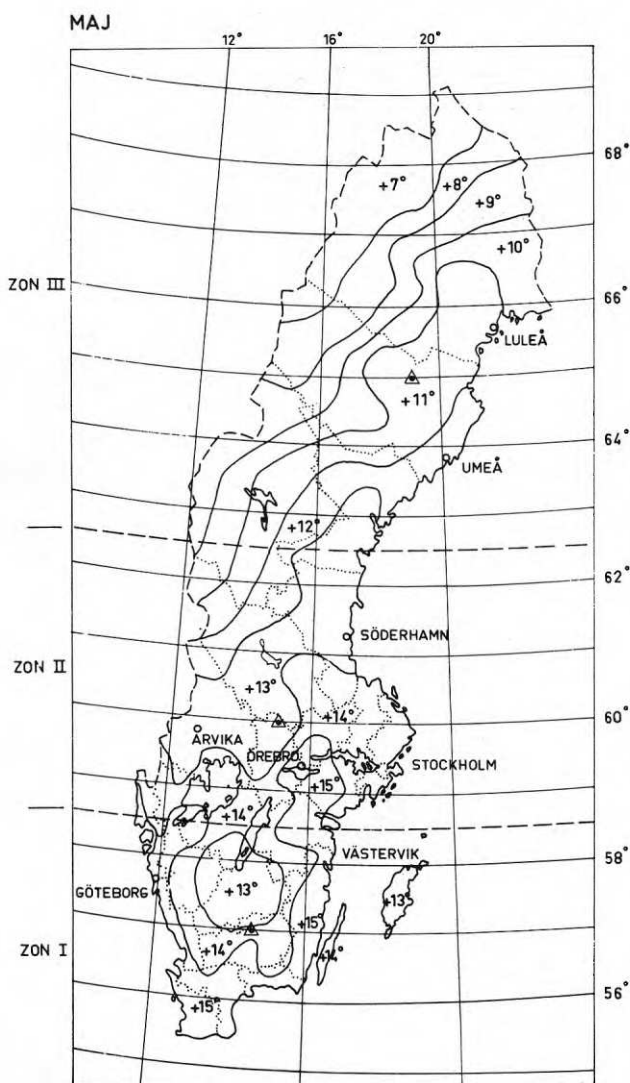


Fig 55 Karta över basvärdet ( $\bar{t}$ ) av utetemperaturens dygnsmedelvärde i maj. Basvärdet  $\bar{t}$  är lika med utetemperaturens månadsmedelvärde för maj plus standardavvikelsen för dygnsmedeltemperaturen.

De angivna temperaturerna skall gälla för respektive temperaturzon. Med  $q$ -värdena enligt tabell 7 blir beräknat  $P_{25}$ -värde korrekt för orter på resp temperaturzons mittlinje (dvs för orter med  $\bar{t} - 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

De i tabell 6 angivna värdena på solinstrålningen utgör medelvärde för respektive zon och är korrekta på de med  $\blacktriangle$  markerade referenspunkterna.

## :3 Utetemperaturens dygnsvariation

Utetemperaturens variation kring dygnsmedeltemperaturen under ett dygn har förutsatts följa en sinuskurva. Av tabell 8 framgår de värden med vilka de aktuella dygnsmedelvärdena skall korrigeras för att man skall få de vid olika klockslag rådande utemperaturerna.

Temperaturvariationerna kring dygnsmedelvärdet är bland annat beroende av ortens läge. Skillnaden mellan dygnets maximi- och minimitemperatur blir t ex ofta något större i inlandet än vid kusten. Skillnaden är dock inte större än att man kan räkna med samma amplitud, nämligen  $6^{\circ}\text{C}$ .

Exempel: Skolbyggnad i Malmö. Enligt fig 55 är  $\bar{t} = 15^{\circ}\text{C}$ . Kl  $11^{\circ}$  är, enligt tabell 8,  $\Delta t = + 4,3^{\circ}\text{C}$ . Utetemperaturerna är då  $15 + 4,3 = 19,3^{\circ}\text{C}$ .

## :4 Ytterytans absorption av solvärme

Yttervägg, absorptionsfaktor 0,7  
Yttertak, absorptionsfaktor 0,9

Den solvärme som transmitteras genom väggarna och eventuellt tak är obetydlig i jämförelse med den som transmitteras genom fönstren. Absorptionsfaktorerna kan därför få variera inom vida gränser utan att detta märkbart påverkar den beräknade rumstemperaturen.

## :5 Värmegenomgångstal

|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| Ytterväggens utsida | $16 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $(14 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ |
| Väggyta i korridor  | $7 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  | $(6 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$  |
| Yttertakets utsida  | $25 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | $(22 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ |

Värmeövergångstalen för rummets innerytor varierar med yttemperatur och lufttemperatur. Hänsyn härtill tages under datorberäkningens gång, varför några värden ej behöver anges.

## :6 Rumsytornas reflexion

Med avseende på den totala solinstrålningens reflektion väljs följande reflektionsfaktorer ( $r$ ).

|         |            |
|---------|------------|
| vägg    | $r = 0,5$  |
| tak     | $r = 0,7$  |
| golv    | $r = 0,3$  |
| fönster | $r = 0,25$ |

Värdet på  $r$  kan tillåtas variera inom vid gränser utan att detta nämnvärt påverkar den beräknade rumstemperaturen.

## :7 Inredningsdetaljer

Inverkan av värmeackumuleringen i inredningsdetaljer beaktas ej.

I undervisningsrum har normalt möbleringen och eventuell skåpinredning relativt sett så obetydlig vikt att deras dämpande inverkan på temperaturförloppet saknar praktisk betydelse.

## :8 Rumsluftens temperatur, minimivärde

Det förutsätts att lufttemperaturen i rummen på morgonen vid lektionens början får vara lägst  $17^{\circ}\text{C}$ .

## :9 Temperatur i angränsande utrymmen

Temperaturen i angränsande rum i samma plan förutsätts vara samma som i studiehallen.

Temperaturen i eventuell under hallen liggande lokal med obetydliga värmestillskott, såsom arkiv, förråd och skyddsrum, förutsätts vara konstant och lika med  $18^{\circ}\text{C}$ . Lokaler för undervisning i under respektive över hallen liggande utrymmen förutsätts få samma temperatur som studiehallen.

Temperaturen i eventuellt kryputrymme förutsätts vara konstant och lika med medelvärdet av  $20^{\circ}$  och bastemperaturen  $\bar{t}$  enligt :2.

Om golvet är förlagt direkt på mark förutsätts, att marktemperaturen närmast under värmeisolerande skikt som ingår i golvkonstruktionen, är lika med utetemperaturens månadsmedelvärde, som här approximativt sätts lika med bastemperaturen  $\bar{t} - 3,5^{\circ}\text{C}$ .

## :10 Belysningseffekt

Belysningsstyrkan förutsätts vara min 500 lux (vid jämnt fördelad belysning från fasta armaturer). Den installerade effekten bör ej överstiga  $35 \text{ W/m}^2$ . Värdet korrigeras givetvis med hänsyn till aktuell belysning.

För fritt monterade, oventilerade armaturer förutsätts, att hela eleffekten tillförs rummet.

För ventilerade och/eller inbyggda armaturer räknas med den effekt som tillförs rummet.

Med hänsyn till rumsklimatet bör rummets ljusvärmebelastning begränsas i möjligaste mån.

Från belysningen härrörande värmebelastning är bl a beroende av armaturens placering och isoleringen av luftkanaler och av eventuellt undertak. Vid beräkningarna måste vederbörlig hänsyn tas också till den värme som kan återföras till lokalen genom undertak och luftkanaler. En jämförelse (kartläggning) mellan olika system med infällda armaturer har gjorts av Hedlund & Holmberg (1969).

I fråga om ventilerade armaturer bör man observera, att provning och redovisning av armaturdata för närvarande inte görs enhetligt, varför katalogdata för olika fabrikat inte är direkt jämförbara (Hedlund & Holmberg, 1969). Ett förslag har dock framlagts till enhetlig mät- och redovisningsmetod för dylika armaturer (Carlsson, Gustavsson, Hedlund & Holmberg, 1971).

## :11 Lektionstider

För beräkningarna förutsätts att studiehallen används kontinuerligt mellan kl 8 och 16.

Detta gäller oavsett om skolan avses användas även under kvällstid.

## :12 Användning av solskydd

Manövrerbara solskydd förutsätts vara i bruk vid direkt solinstrålning mot fasaden, dock ej före kl 08.

## :13 Ventilationssystemets drifttid

Fläktarna förutsätts vara i drift hela dygnet.

Detta villkor är endast en beräkningsförutsättning betingad av datorprogrammet. I verkligheten skall givetvis ventilationssystemet utformas så, att drifttiden inte blir längre än nödvändigt, speciellt inte under den kallare delen av läsåret med tanke på värmebehovet för uppvärmning av tilluften.

Det samtidigt för datorberäkningarna gällande villkoret, att rumsluftens temperatur skall vara lägst  $+17^{\circ}\text{C}$  medför att beräkningsfallet motsvarar exempelvis ett ventilationssystem med fläktar som efter lektionstid är i drift tills rumsluftens temperatur sjunkit till  $+17^{\circ}\text{C}$ . I studiehallar, som eventuellt tillförs solvärme före lektionstid, bör fläktarna starta då rumstemperaturen börjar stiga, så att temperaturen inte är hög redan på morgonen innan lektionerna har börjat.

## :14 Vädring

Normerad temperatur tillåtes överskridas 20 resp 10 % av lektionstid om studiehallen förutsätts vara effektivt vädringsbar resp om vädring ej är möjlig. Jfr pkt 93.11.

## :15 Personvärme

Fritt avgiven personvärme förutsätts vara för lågstadieelev 65 W, mellanstadieelev 75 W, högstadieelev 85 W och för lärare 100 W.

Värdena motsvarar genomsnittsåldern för högsta årskursen i respektive stadium.

Den fritt avgivna personvärmens minskar med ökande rumstemperatur. Angivna värden gäller för  $20^{\circ}\text{C}$  och uppgår vid t ex  $30^{\circ}$  till hälften av dessa. Hänsyn härtill tages emellertid i datorprogrammet.

Vid skolor omfattande flera skolstadier förutsätts vid beräkning av personvärmens att eleverna förekommer i studiehallen fördelade efter ålder i samma proportioner som i skolan som helhet. Vidare förutsätts, att lärarna förekommer till ett antal av en per 30 elever.

## :16 Personbeläggning

Beräkningarna görs för en personbeläggning motsvarande 75 % av den maximala beläggningen  $0,35$  personer/ $\text{m}^2$  golvyta inkl lärare, dvs  $0,25$  pers/ $\text{m}^2$ .



## 93.32 Objektberoende beräkningsdata

## :1 Byggnadskonstruktion

För beräkningen användes de data för materialslag och dimensioner som gäller det aktuella projektet och som avser väggar, golv och tak till den lokal vars temperatur skall beräknas.

Materialslagen karakteriseras av sina materialkonstanter

$$\begin{aligned} \lambda &= \text{värmeledningstalet } W/m^{\circ}C \quad (\text{kcal}/m \text{ h } ^{\circ}C) \\ \rho &= \text{volymvikt} \quad \text{kg}/m^3 \\ c &= \text{specifikt värme} \quad \text{Wh}/\text{kg } ^{\circ}C \quad (\text{kcal}/\text{kg } ^{\circ}C) \end{aligned}$$

Vid beräkningarna används praktiskt tillämpbara värmeledningstal enligt SBN-67 33:23 och däremot svarande värden på volymvikt. Värden på specifikt värme kan erhållas exempelvis i handboken BYGG.<sup>1)</sup>

## :2 Rumsmått

Vid beräkningarna används rummets invändiga mått för längd, bredd och höjd angivna i meter med en decimal.

Vid i övrigt lika förutsättningar har smärre variationer i rumsmåtten liten inverkan på rumstemperaturen.

## :3 Fönstermått

Vid beräkningarna används glasytans mått för bredd och höjd angivna i meter med en decimal.

Fönstrens nettoyta utgör i fönster med bågar och karmar av trä i stort sett ca 75 % av fönstrens bruttoyta.

## :4 Solskydd

Vid beräkningen förutsätts projekterad typ av solskydd.

Avskärmningsfaktorer för olika kombinationer av fönster och solskydd framgår av tabell 9.

Vid yttre, fasta solskydd utformade som horisontella skärmar beräknas instrålningsvärden med hjälp av fig 56 och tabell 6.

## :5 Belysningens drifttid

Den artificiella belysningen förutsätts tänd under lektionstid.

1) Som komplement till BYGG ges följande uppgifter:

|  | $\lambda$ W/m <sup>0</sup> C | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | c Wh/kg <sup>0</sup> C |
|--|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Linoleum, 3 mm   | 0,13                         | 1000                     | 0,23                   |
| Nålfiltmatta, 4 mm   | 0,09                         | 230                      | 0,45                   |
| Tuftad matta, 7 mm   | 0,07                         | 100-300                  | 0,45                   |
| Glas- el. mineralull i regelverk med 15 % av ytan i isolerskikt av trä | 0,055                        | 120                      | 0,45                   |

## :6 Ventilationsluftflöde

Uteluftflödet sätts till min  $20 \text{ m}^3/\text{person}$ , h och beräknas efter  $0,25 \text{ pers}/\text{m}^2$  golvyta.

Enligt SEN-67, 36:31, skall "Grundvärdet  $q_0$  för specifika uteluftsflödet ges värdet minst  $20 \text{ m}^3/\text{p.h}$  för lärosal ....." Även om vädring är möjlig, antages detta ej kunna ske i sådan utsträckning, att grundvärdet  $20 \text{ m}^3/\text{p.h}$  därigenom får reduceras enligt de regler som föreskrives i SEN-67.

För bortförsl av överskottsvärme under varma perioder fordras som regel större flöden än ovan angivna.

## :7 Tillufttemperatur

Ventilationsluftens tillufttemperatur väljs med hänsyn till dragrisker och reglermöjligheter hos det värme- och ventilations-system som avses bli använt i det aktuella projektet.

Eftersom det är nödvändigt att kunna bortföra överskottsvärme med ventilationssystemet bör tilluften kunna tillföras med lägre temperatur än rumsluftens utan att besvärande drag uppstår. (Betr. dragkriterier, se rapport 50/69, häfte 9, pkt 11.32.) Några allmängiltiga regler rörande lägsta tillåtna tillufttemperatur kan inte ges. Hur låg temperatur som kan väljas är beroende av tilluftdonens placering och egenskaper samt luftflödets storlek och inblåsningshastigheten. (Se för övrigt rapport 50/69, häfte 9, pkt 12.26 samt häfte 8, pkt 11.11.)

Utöver begränsningen av tilluftens temperatur enligt ovan gäller att den i system med tilluftsfläktar ej kan förutsättas ha lägre värde än  $1^\circ\text{C}$  över uteluftens temperatur, såvida inte systemet är försett med artificiell kylning.

Det bör åligga projektören att kunna visa att de vid beräkningen förutsatta tillufttemperaturerna inte medför olämpliga klimatförhållanden i uppehållszonen.



| Utetemperaturens<br>dygnsmedelvärde<br>$\bar{t}_u$ °C | Frekvensfördelning %<br>av dygn<br>q % |
|---|--|
| $\bar{t} - 3$   | 10,9                                   |
| $\bar{t} - 2$   | 9,7                                    |
| $\bar{t} - 1$   | 7,9                                    |
| $\bar{t}$   | 5,9                                    |
| $\bar{t} + 1$   | 4,1                                    |
| $\bar{t} + 2$   | 2,7                                    |
| $\bar{t} + 3$   | 1,5                                    |
| $\bar{t} + 4$   | 0,9                                    |
| $\bar{t} + 5$   | 0,5                                    |
| $\bar{t} + 6$   | 0,3                                    |

Tabell 7 Fördelning av utetemperaturens dygnsmedelvärde

Anm.  $\bar{t}$  väljs enligt fig 55.

| Kl | $\Delta t$ °C | Kl | $\Delta t$ °C |
|----|---------------|----|---------------|
| 1  | - 5,8         | 13 | + 5,8         |
| 2  | - 6,0         | 14 | + 6,0         |
| 3  | - 5,8         | 15 | + 5,8         |
| 4  | - 5,2         | 16 | + 5,2         |
| 5  | - 4,3         | 17 | + 4,3         |
| 6  | - 3,0         | 18 | + 3,0         |
| 7  | - 1,6         | 19 | + 1,6         |
| 8  | 0             | 20 | 0             |
| 9  | + 1,6         | 21 | - 1,6         |
| 10 | + 3,0         | 22 | - 3,0         |
| 11 | + 4,3         | 23 | - 4,3         |
| 12 | + 5,2         | 24 | - 5,2         |

Tabell 8 Utetemperaturens avvikelse  $\Delta t$  °C från dygnsmedeltemperaturen vid olika klockslag. Tabellen gäller för en sinusformig variation med amplituden 6°C.

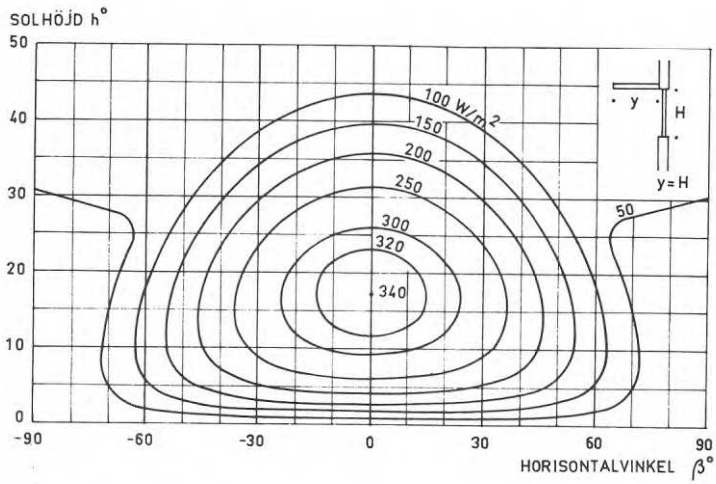
| Fönsterkombination  |   | F <sub>1</sub>        | F <sub>2</sub> | k                   |     |     |
|---|---|-----------------------|----------------|---------------------|-----|-----|
|   |   | %                     | %              | W/m <sup>2</sup> °C |     |     |
| Fönster med vanligt fönsterglas                                       | en ruta   | 112                   | 109            | 5,9                 |     |     |
|   | två rutor   | 100                   | 93             | 3,1                 |     |     |
|   | tre rutor   | 91                    | 80             | 2,1                 |     |     |
| Persienn i tvåglas-fönster av vanligt fönsterglas, lamell-lutning 45° | utvändigt   | vit a = 0,25          | 17             | 12                  | 3,1 |     |
|   |   | medium a = 0,4        | 14             | 8                   | 3,1 |     |
|   |   | mörk a = 0,75         | 11             | 2                   | 3,1 |     |
|   | mellan glasen   | vit                   | 37             | 17                  | 2,6 |     |
|   |   | medium                | 39             | 11                  | 2,6 |     |
|   |   | mörk                  | 44             | 3                   | 2,6 |     |
|   | invändigt   | vit                   | 59             | 20                  | 3,1 |     |
|   |   | medium                | 65             | 14                  | 3,1 |     |
|   |   | mörk                  | 77             | 3                   | 3,1 |     |
|   | Persienn i tvåglas-fönster av vanligt fönsterglas, lamell-lutning 30° | mellan glasen         | vit            | 43                  | 21  | 2,6 |
| medium  |   |                       | 44             | 14                  | 2,6 |     |
| mörk  |   |                       | 46             | 4                   | 2,6 |     |
| Persienn i treglas-fönster av vanligt fönsterglas, lamell-lutning 45° | utvändigt   | vit                   | 14             | 10                  | 2,1 |     |
|   |   | medium                | 11             | 6                   | 2,1 |     |
|   |   | mörk                  | 8              | 2                   | 2,1 |     |
|   | mellan de yttre glasen  | vit                   | 29             | 13                  | 1,4 |     |
|   |   | medium                | 30             | 9                   | 1,4 |     |
|   |   | mörk                  | 31             | 3                   | 1,4 |     |
|   | mellan de inre glasen   | vit                   | 45             | 16                  | 1,4 |     |
|   |   | medium                | 48             | 11                  | 1,4 |     |
|   |   | mörk                  | 56             | 3                   | 1,4 |     |
|   | invändigt   | vit                   | 61             | 19                  | 2,1 |     |
|   |   | medium                | 66             | 13                  | 2,1 |     |
|   |   | mörk                  | 76             | 4                   | 2,1 |     |
|   | Gardiner mellan två rutor av vanligt fönsterglas                      | Vävens egenskaper tät | ljus           | 31                  | 17  | 2,3 |
|   |   |                       | medel-mörk     | 40                  | 10  | 2,3 |
|   |   |                       | mörk           | 46                  | 4   | 2,3 |
| medeltät  |   | ljus                  | 49             | 40                  | 2,3 |     |
|   |   | medel-mörk            | 50             | 26                  | 2,3 |     |
|   |   | mörk                  | 54             | 16                  | 2,3 |     |
| gles  |   | ljus                  | 62             | 54                  | 2,3 |     |
|   |   | medel-mörk            | 62             | 43                  | 2,3 |     |
|   |   | mörk                  | 63             | 33                  | 2,3 |     |
| Gardin innanför två rutor av vanligt fönsterglas                      |   | Vävens egenskaper tät | ljus           | 44                  | 19  | 2,6 |
|   | medel-mörk  |                       | 59             | 11                  | 2,6 |     |
|   | mörk  |                       | 70             | 5                   | 2,6 |     |
|   | medeltät  | ljus                  | 60             | 44                  | 2,6 |     |
|   |   | medel-mörk            | 67             | 30                  | 2,6 |     |
|   |   | mörk                  | 77             | 17                  | 2,6 |     |
|   | gles  | ljus                  | 71             | 60                  | 2,6 |     |
|   |   | medel-mörk            | 75             | 48                  | 2,6 |     |
|   |   | mörk                  | 82             | 37                  | 2,6 |     |

Tabell 9 Avskärmingsfaktorer F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> och värmeigenomgångstal k för olika fönsterkombinationer.

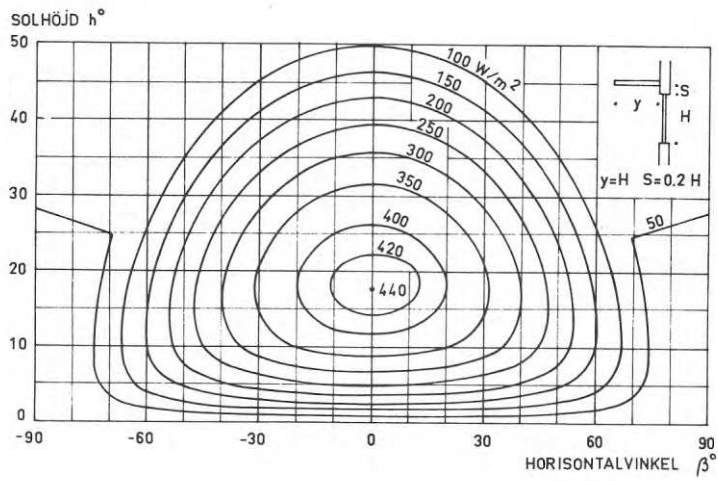
F<sub>1</sub> är den totala transmissionen av solvärme och F<sub>2</sub> den direkta transmissionen i förhållande till den totala transmissionen av solvärme genom ett oskyddat tvåglas-fönster med rutor av vanligt fönsterglas. (Värdena enl. Brown & Isfält, utdrag ur kommande skrift från byggforskningen.)

Beträffande värden för olika fabrikat och typer av specialglas och plastfilmer hänvisas till ovannämnda rapport.

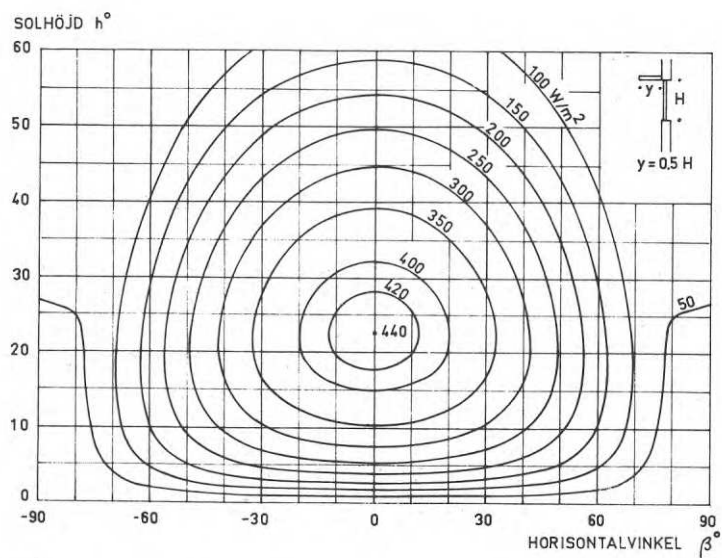
k-värdena gäller glasdelen vid solbelysta fönster.



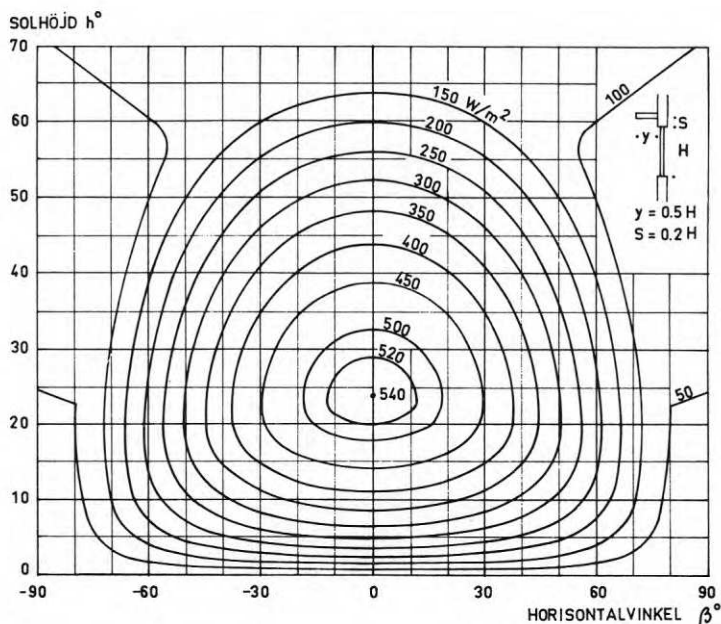
a)



b)



c)



d)

Fig 56a-d Solinstrålning genom 2-glasfönster med horisontell skärm som fast solskydd ( $W/m^2$ , markreflektion 0,25). Värdena motsvarar 85 % av de värden som gäller för en klar dag. (Brown och Isfält, kommande rapport från Byggeforskningen 1973.) Diagrammen, som avser fyra olika utformningar, används på följande sätt:

Från tabell 6 erhålls för varje heltimme värden på solhöjd  $h$  och solazimut  $a$ . Fönsterväggens orientering = väggazimuten  $v$ . Beräkna horisontalvinkeln  $\beta = a - v$ , varefter instrålningsvärdet kan väljas ur ovanstående diagram.

Exempel: Bestäm instrålningen genom ett fönster med horisontal skärm med utsprånget ( $y$ ) = höjden ( $H$ ) på fönsterglasets,  $-30^\circ$  orientering, tidpunkt kl 8, zon II.

Kl 8 är enl tabell 6  $h = 31,5^\circ$  och  $a = -72,3^\circ$ .

$$\beta = a - v = -72,3 - (-30) = -42,3^\circ.$$

Ur diagram a) erhålls värdet  $125 W/m^2$ .





**R50: 1972**

**Denna rapport hänför sig till projekt 260 vid Statens institut  
för byggnadsforskning.**

**Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: byggnadsprojektering**

**Pris: 28 kronor**