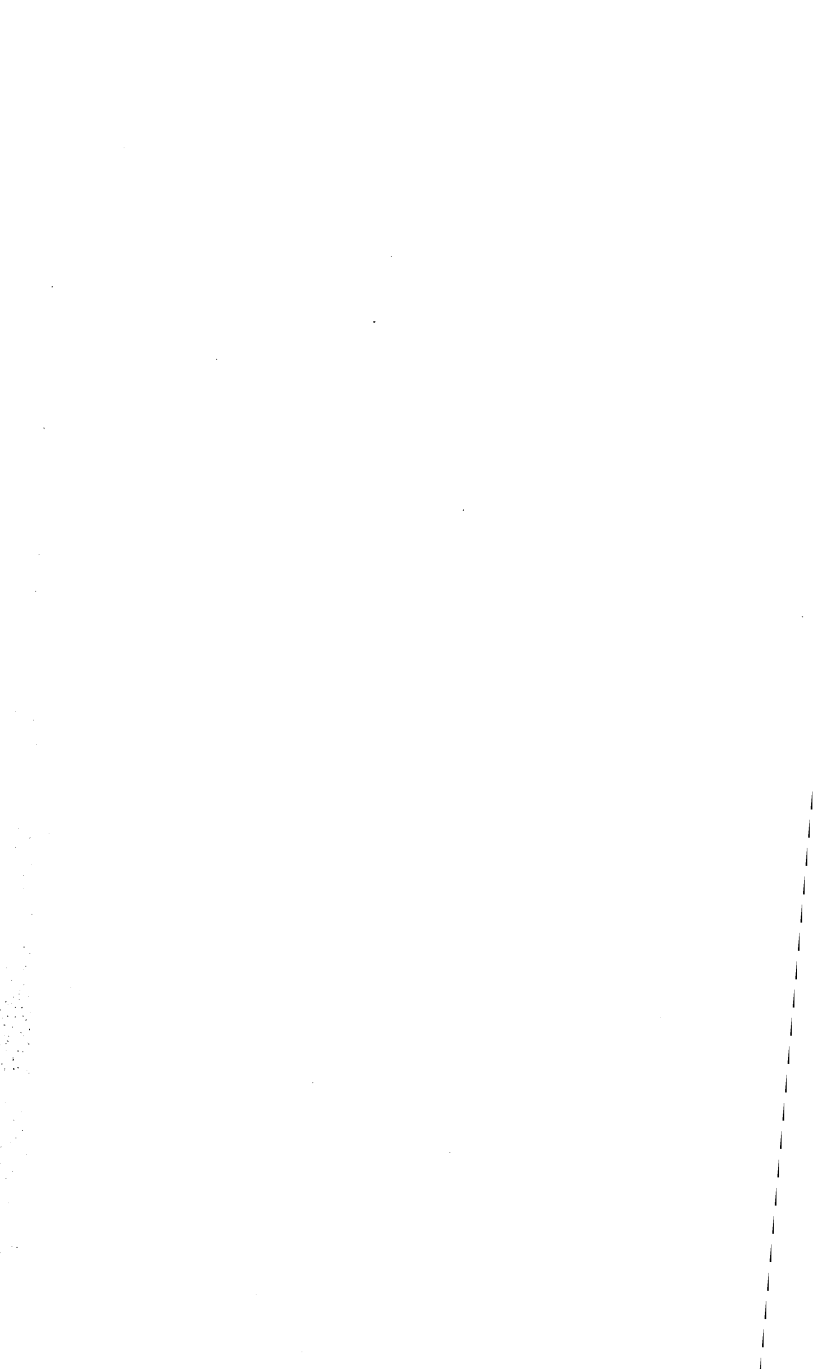


"BYGGFORSKNING 68"



## **Byggforskning 68**



# **Byggforskning 68**

Statens råd för byggnadsforskning



Statens råd för byggnadsforskning  
AB Egnellska Boktryckeriet, Stockholm 1968

# Innehåll

	sid
Förord	7
<i>Byggforskningens resurser och behov.</i> Tekn dr Hjalmar Olson, Statens råd för byggnadsforskning.	9
<i>Vad kostar staden?</i> Professor Sune Lindström, Chalmers Tekniska Högskola.	29
<i>Lägesbestämda data för byggandet.</i> Professor Torsten Hägerstrand, Lunds universitet.	43
<i>Detaljplaneringens beslutsprocess.</i> Arkitekt Hans Fog, Statens institut för byggnadsforskning.	51
<i>Prisutvecklingen på fastighetsmarknaden.</i> Professor Erik Cardegrim, Kungl Tekniska Högskolan.	59
<i>Boendeservice.</i> Arkitekt Sven Thiberg, Statens institut för byggnadsforskning.	69
<i>Kan man mäta människans upplevelse av miljö?</i> Professor Sven Hesselgren, Sigtuna.	75
<i>Grundvattenproblem i tätorter.</i> Civilingenjör Sven Tyrén, Sven Tyrén AB.	87
<i>Bättre och billigare småhusgrunder.</i> Professor Bo Adamson, Lunds Tekniska Högskola.	101
<i>Elementbyggeri — forskningsbehov.</i> Professor Gunnar Kärrholm, Chalmers Tekniska Högskola.	107
<i>Byggnadens luftljudsisolering — teorier och deras tillämpning.</i> Professor Stig Ingemansson, Chalmers Tekniska Högskola.	123
<i>Provningsmetoder för taluppfattbarhet — tillämpning för skolor och samlingsalar.</i> Laborator Tor Kihlman, Lunds Tekniska Högskola.	133
<i>Aluminiumkonstruktioners bärförmåga — teoretiska och experimentella undersökningar.</i> Tekn dr Rolf Baehre, Professor Arne Johnson Ingenjörbyrå.	141
<i>Svensk brandforskning visar nya vägar.</i> Tekn dr Kai Ödeen, Statens provningsanstalt.	149
<i>Byggnadsklimatologi — nytt forskningsområde.</i> Tekn lic Harriet Ryd, Statens institut för byggnadsforskning.	155

<i>Vägar till bättre ventilation.</i> Professor Claës Allander, Kungl Tekniska Högskolan.	167
<i>Nya regler för rördimensionering minskar byggnadskostnaderna.</i> Civilingenjör Ulf Rengholt, Statens planverk.	175
<i>Datatekniken inom VVS-branschen.</i> Civilingenjör Bertil Wahling, Wahlings Konstruktionsbyrå AB.	183
<i>Fysisk ansträngning i byggnadsarbete.</i> Laborator Irma Åstrand, Arbetsmedicinska institutet.	191
<i>Arbetsplatsens tillskottstider — störningar på byggoperationer.</i> Ingenjör Ingvar Håkman, Datagruppen i Göteborg.	199
<i>Arbetsledningen och störningar på arbetsplatsen.</i> Docent Hans Wirdenius, PA-rådet.	223
<i>Enhetliga regler för uppmätning av produktmängder från ritningar.</i> Civilingenjör Bertil Birgeron, Byggnadsindustrins Datacentral AB.	229
<i>Kostnadsåterföring i byggprocessen.</i> Fil lic Erwin Mildner, Statens institut för byggnadsforskning.	234
<i>Några utvecklingslinjer för arbetet inom Statens institut för byggnadsforskning. Ett diskussionsinlägg.</i> Professor Lennart Holm, Statens institut för byggnadsforskning.	243

## Förord

Statens råd för byggnadsforskning — BFR-byggnadsforskningsrådet — tillkom 1960 som ett centralorgan med uppgift att främja forskning och rationalisering inom byggnadsområdet. Under de år som gått har verksamheten succesivt vuxit.

För att ge en allmän orientering om det forskningsarbete som pågår anordnade rådet den 24 och 25 september 1968 en informationskonferens på hotell Foresta. I form av kortare föredrag gavs exempel på aktuell byggnads- och samhällsplaneringsforskning samt orienterades om rådets verksamhet i övrigt.

Konferensföredragen har nu samlats till denna bok och det är rådets förhoppning att läsarna skall finna dessa smakprov på vad byggforskningen uträttat intressanta. Den som vill skaffa sig en mer fullständig överblick av rådets verksamhetsfält hänvisas först och främst till årsberättelsen. I denna publiceras en fullständig förteckning över under verksamhetsåret utdelade anslag, inlämnade rapporter och publicerade skrifter. En kontinuerlig publicering av dessa uppgifter sker i meddelandebladet Från Byggnadsforskningen.



## ***Byggnadsforskningens resurser och behov***

### RESURSER FÖR FORSKNING

Resurser är pengar. Byggnadsforskningens ekonomiska resurser har ökat kraftigt sedan Statens kommitté för byggnadsforskning 1942 inrättades för att fördela årliga statliga anslag på mellan 35 000 och 68 500 kronor mellan hugade forskare, vilket framgår av fig 1. De viktigaste vändpunkterna är 1953 då byggnadsforskningsavgiften tillkom och kommittén omvandlades till Statens nämnd för byggnadsforskning samt 1960 då Statens råd för byggnadsforskning och Statens institut för byggnadsforskning avlöste nämnden. Rådets inkomster var 1960/61 4 milj kronor och 1967/68 22 milj kronor. De beräknas för 1968/69 till 28 milj kronor. Efter 1/7 1960 har beloppet för den av allmänna medel betalda byggnadsforskningen i genomsnitt ökat med 20 % per år räknat i konstant penningvärde. De ekonomiska förutsättningarna för en ansenlig utökning av byggnadsforskningen finns alltså. Resurser är också forskare. Vem kan och vill använda Byggnadsforskningens medel för att delta i forsknings- och utvecklingsarbete?

Insatser för byggnadsforskningen och dess framsteg kommer från många håll. De olika forskningsinstanserna kan lämpligen grupperas enligt nedan.

Statens institut för byggnadsforskning

De tekniska högskolorna

Övriga universitet och högskolor

Branschforskningsinstitut m fl

Särskilda organ för FoU

Enskilda samt tillfälliga organ

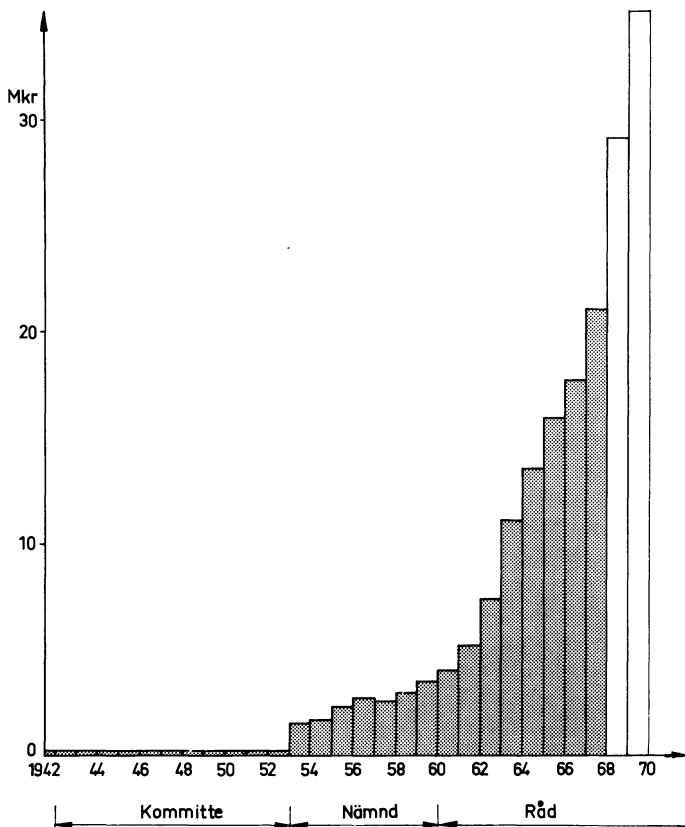


Fig 1. Den centrala Byggnadsforskningens intäkter 1942—68.

## STATENS INSTITUT FÖR BYGGNADSFORSKNING

Institutet tillkom 1960. Idag har man 160 anställda. Institutet övertog vid starten de forskningsuppgifter som nämnden själv handlagt. Under det första året förbrukade institutet 50 % av rådets anslag. Forskningsanslagen har ökat med åren men procentandelen har minskat och ligger nu vid ca 30 %. Se fig 2. Sedan 1965 har rådet dessutom uppdragit åt institutet att sköta huvuddelen av Byggnadsforskningens publiceringsverksamhet.

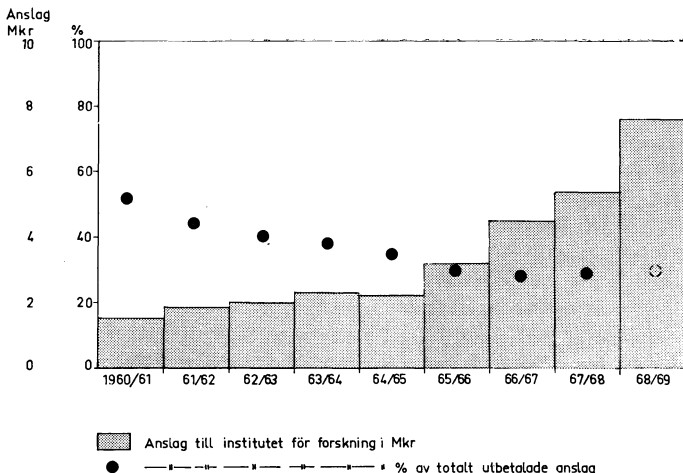


Fig 2. Anslag till Statens institut för byggnadsforskning från BFR.

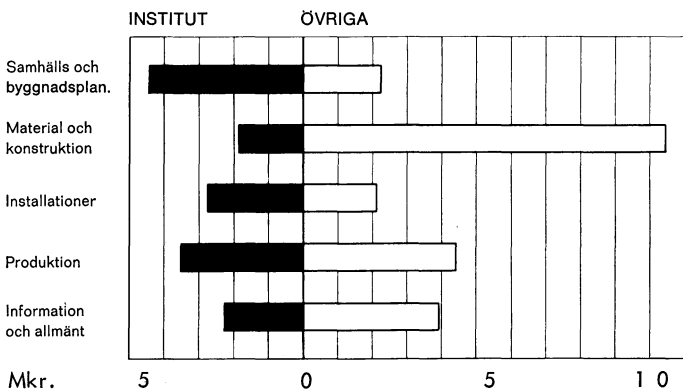


Fig 3. Forskningsprofilen vid Statens institut för byggnadsforskning.

Institutets instruktion föreskriver att det skall i första hand ägna sig åt sådan forskning som inte bedrivs på annat håll. Institutet har därför koncentrerat sig på tidigare underutvecklade forskningsområden. Fig 3 visar hur institutets forsknings-



profil kompletterar den övriga forskningen. Angivna siffror anger andel av BFR-anslag åren 1960/61—1965/66.

## DE TEKNISKA HÖGSKOLORNA

De tekniska högskolorna svarar för en mycket stor del av den byggnadstekniska forskningen. Genom den snabba utbyggnad som skett av dessa högskolor har också deras forskningskapacitet ökat och stora anslag kunnat placeras. Alltjämt finns dock stora möjligheter att bygga ut denna forskning. Det kan illustreras av nedanstående uppställning: (Se även fig 4.)

Vid Kungl Tekniska Högskolan finns 7 professorer vid sektionen för Väg- och vattenbyggnad, 4 av dem har anslag för forskning från BFR, 7 professorer vid sektionen för Arkitektur, 4 av dem är på olika sätt engagerade i BFR:s verksamhet och 5 professorer vid sektionen för Lantmäteri, 3 av dem har forskningsanslag från BFR.

De tekniska högskolornas professorer med anslag från BFR

KTH	V											
	A											
	L											
CTH	V											
	A											
LTH	V											
	A											



Anslag från BFR



Engagerade i BFR-projekt

Fig 4

Vid Chalmers Tekniska Högskola finns 10 professorer vid sektionen för Väg- och vattenbyggnad, 4 av dem har forskningsanslag från BFR, 6 professorer vid sektionen för Arkitektur, 3 av dem har anslag från BFR. En för sektionerna V och A

gemensam professor i byggnadsakustik har anslag från BFR. Vid den nya Tekniska Högskolan i Lund finns 7 professorer vid sektionen för Väg- och vattenbyggnad, 5 av dem har anslag från BFR, 7 professorer vid sektionen för Arkitektur, 5 av dem har anslag från BFR.

Givetvis ger detta inte en rättvisande bild av forskningsintensiteten vid de olika högskolorna — laboratorer och andra kan vara engagerade och forskningsverksamhetens omfattning vid olika institutioner kan avsevärt variera.

## ÖVRIGA UNIVERSITET OCH HÖGSKOLOR

Betecknande för byggnadsforskningens stora bredd och överskärande karaktär är att en rad delvis mycket stora anslag går till forskning inom vetenskaper som inte är företrädda vid de tekniska högskolorna. Som exempel kan nämnas meteorologi, geografi, geologi, psykologi, socialekologi, hygien, ekonomi, trädgårdskonst.

Följande universitet och högskolor har alla anslag från rådet:

Uppsala universitet  
Stockholms universitet  
Göteborgs universitet  
Lunds universitet  
Stockholms handelshögskola  
Alnarps lantbrukshögskola

## BRANSCHFORSKNINGSINSTITUT m fl

En rad specialicerade branschforskningsinstitut av statlig, halvstatlig eller privat karaktär arbetar med anslag eller uppdrag från rådet. Några exempel:

Cement- och betonginstitutet  
Geotekniska institutet  
Träforskningsinstitutet  
Färgindustrins forskningslaboratorium  
Näringslivets planinstitut  
Stålforskningsinstitutet

Med anslag för forskning som främst avser provningsmetoder arbetar

Statens provningsanstalt  
Chalmers provningsanstalt

Exempel på institut som normalt arbetar med andra uppgifter men som även erhållit byggnadsforskningsanslag är

Hantverksinstitutet  
Konsumentinstitutet

## SÄRSKILDA ORGAN FoU — FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE

Särskilda organ för FoU i form av stiftelser, kommittéer, utredningar, forskningsutskott i förbund och föreningar och helt fristående grupper av sakkunniga har tagit på sig en snabbt växande andel av forskningen. Här skall nämnas ett fåtal som samtliga erhåller årliga anslag med belopp som närmar sig eller överstiger en miljon kronor.

Byggstandardiseringen  
Egenskapsredovisningen  
Byggnadsindustrins arbetsforskningsstiftelse  
Ö-gruppen

*Byggstandardiseringens* stora betydelse för ett rationellt byggande är allmänt omvittnat. Genom lagstiftning har nyligen föreskrivits att svensk standard skall tillämpas vid statligt byggande och vid sådant byggande där statlig lånegivning sker. Som fig 5 visar utgör anslag från rådet den dominerande inkomsten för den snabbt växande byggstandardiseringen. Det är tydligt att dess expansion enbart möjliggjorts genom att rådet fått ökade medel till sitt förfogande och därigenom undan för undan kunnat höja anslagen till standardiseringen. De utgjorde 1967/68 750 000 kronor och är för 1968/69 1 050 000 kronor.

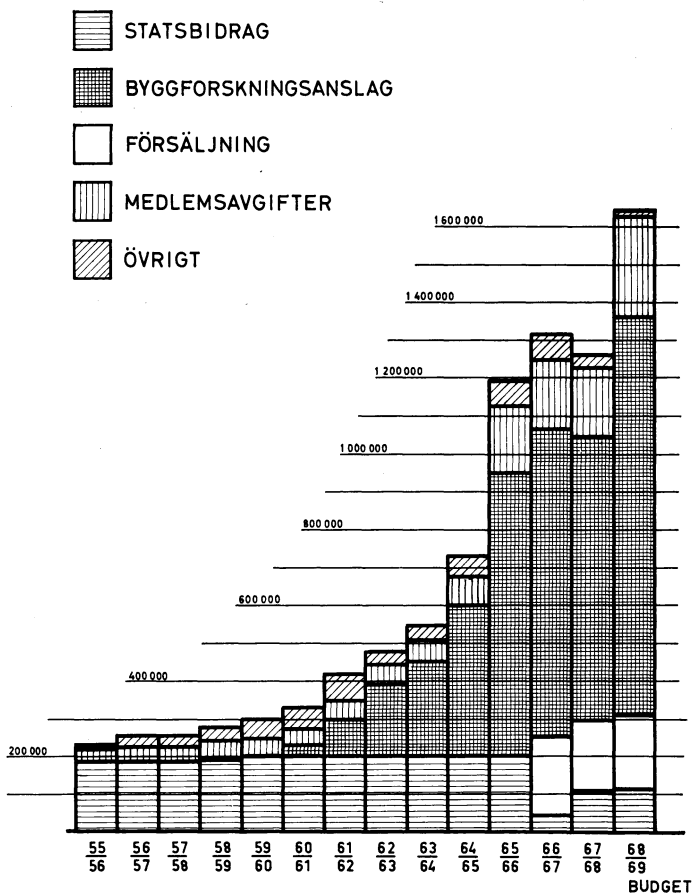


Fig 5. Byggstandardiseringens finansiering 1955—69

Byggstandardiseringens utgifter avser väsentligen fast anställd personal för utrednings- och administrationsarbete, lokalkostnader m m samt arvoden åt fristående utredningsmän. Som räkneexemplet i fig 6 visar utföres emellertid en stor del av arbetet i kommittéer, i styrelse och fullmäktige och genom remisser, av framstående byggfackmän och experter utan ersättning från standardiseringen. Värdet av det bidrag som sålunda lämnas av branschen uppgår till ansevärliga belopp, sannolikt flera hundratusen kronor.

### Byggstandardiseringens arbete

### Räkneexempel

Fullmäktige	59 personer	1 sammanträde	100 tim.
Styrelse	10 personer	8 sammanträden	500 tim.
Kansli	16 personer		25.000 tim.
Kommittéer	60 st. Ca 500 personer	131 sammanträden	5.000 tim.
Remisser	16 st.		1.000 tim.

Fig 6

Förhållandet är ofta likartat när det gäller forskning som bedrivs av andra speciella forskningsorgan. Fig 7 visar ett motsvarande räkneexempel som gäller ER-nämnden. ER-nämndens anslag utgjorde 1967/68 740 000 kronor.

### ENSKILDA FORSKARE SAMT TILLFÄLLIGA ORGAN

Många anslag går till enskilda fristående forskare som ofta utför ett mycket värdefullt arbete. Deras relativa andel i den totala forskningen minskar emellertid undan för undan. Forskningen blir mer och mer ett lagarbete och även enskilda insatser befordras av en lämplig forskningsmiljö, sådan som erbjuds

## ÖR - nämndens arbete

## Räkneexempel

Nämnd	12 personer	12 sammanträden	600 tim
Beredningsgrupp	4 personer	15 sammanträden	.200 tim
Sekretariat	11 personer		17000 tim
Utredningsmän	58 personer		5000 tim
Rådgivande grupper	33 st Ca 150 personer	58 sammanträden	2000 tim
Remisser	15 st		1000 tim

Fig 7

vid en högskoleinstitution eller ett forskningsinstitut. Alltmer vanligt blir däremot att det på ett eller annat sätt bildas tillfälliga organ — forskargrupper — enbart för att genomföra ett speciellt forskningsprojekt.

Sammanfattningsvis kan sägas att resurserna i forskare för närvarande är fullt tillräckliga för att tillgängliga ekonomiska resurser skall till fullo kunna utnyttjas för viktig och värdefull forskning. Forskarnas anspråk på medel överstiger avsevärt tillgången.

## BEHOV AV FORSKNING

Det finns ett stort behov av forskning för akuta mål vars resultat omgående kan tillämpas i praktiskt handlande. Som ett exempel kan nämnas ljudisoleringsforskningen. En utredning som utfördes kring 1960 visade att ljudisoleringen i nybyggda bostadshus speciellt av icke traditionellt utförande ofta var förfärande dålig. Orsakerna till detta förhållande var till stor del okända. Rådet lät en programkommitté inventera de mest angelägna forskningsbehoven och en forskning drogs igång

med insats av alla de forskare som fanns tillgängliga samtidigt som nya forskare animerades att engagera sig i arbetet. Resultaten lät inte vänta på sig. I Svensk Byggnorm 67 och dess komplement har dessa inarbetats. Därmed har en garanti skapats för att nya hus inte skall behöva vara dåligt ljudisolerade. På motsvarande sätt har rådet låtit utarbeta forskningsprogram för ett flertal delområden (grundläggning av småhus, byggdokumentation, transport, program och planering, underhåll och modernisering, samhällsplanering, geoteknik, målning, installationer m m) och detta arbete fortsätter ständigt med nya områden samtidigt som de äldre programmen revideras. Behovets storleksordning kan illustreras av att planverket sedan byggnormen färdigställts tillställt rådet en förteckning över nära 150 större och mindre forsknings- och utredningsuppgifter som anses angelägna att få lösta inför nästa upplaga av Svensk Byggnorm.

Men rådet måste se sin verksamhet också i ett större perspektiv. Byggnader och ännu mer samhällen har betydande livslängd. De skall vara i bruk även i en framtid med helt ändrade förhållanden och de måste utformas med tanke på det. Man måste då försöka att få en bild av den utveckling som pågår och den som kan väntas, både när det gäller själva bygandet och dess förutsättningar och den totala samhällsutvecklingen. Några inslag i den bilden beskrivs i det följande.

*Arbetskraftsutvecklingen* (tabell 1) har några klart markerade drag. Det helt dominerande är den våldsamma expansionen på utbildningssidan. Ingenjörernas (teknikernas) antal var inom byggnadsbranschen 1940 1 ingenjör på 25 arbetare, 1960 1 på 14 och kan 1980 beräknas till 1 ingenjör på 6 arbetare.

Arbetarnas antal kommer inte att väsentligt öka. Arbetstiden för varje arbetare kommer att minska. De ökade utbildningsmöjligheterna kommer att absorbera större delen av den begåvningsreserv som nu finns inom byggnadsarbetarkåren. För att hålla kårens numerär på erforderlig nivå måste arbetsförhållandena göras lockande och lönerna vara höga. De många ingenjörernas uppgift blir att skapa dessa förhållanden och att planera arbetet så att en minskad arbetsinsats av arbetare som i vissa avseenden är mindre kvalificerade än nu kan producera en växande mängd byggnader. Forsknings- och utvecklingsarbetet måste skapa en bas för ingenjörerna som gör det möjligt för dem att lösa sin uppgift.

År	Sveriges folk- mängd	Yrkes- verk- samma i bygg- nads- bran- schen	Bygg- nads- arbetare	Tjänste- män inom bygg- nads- bran- schen	Väg- och vatten- byggare	Arki- tekter	Gym- nasie- ingen- jörer	Fack- skole- ingen- jörer	Bygg- nads- ingen- jörer totalt (inkl. ark)
1900					100		0		
1910	5 522 403	96 000	90 000	1 500	375		140		
1920	5 904 489	157 000	140 000	12 400	700	475	280	700	2 155
1930	6 142 191	115 000	95 000	12 300	1 015	580	410	2 250	4 255
1940	6 371 432	240 000	190 000	21 000	1 500	700	645	4 600	7 445
1950	7 041 829	313 000	245 000	39 000	2 200	906	1 700	7 700	12 506
1960	7 495 129	387 000	279 000	74 000	3 100	1 320	3 670	11 700	19 790
1970	7 997 186	445 000	300 000	105 000	4 300	2 000	7 600	17 100	31 000
1980	8 531 467	469 000	300 000	125 000	6 800	3 200	15 500	24 300	49 800
1990					9 800	4 900	27 000	33 000	74 700
2000					13 000	7 000	40 000	40 000	100 000

Tabell 1. Yrkesverksamma inom byggnadsbranschen 1900—2000. (Efter SVRs utredning "Högskoleutbildning av väg- och vattenbyggare".)



En sådan utveckling exemplifieras i fig 8. Varje kurvas isokvant representerar där en och samma produktmängd vilken kan åstadkommas genom en godtycklig kombination av arbetsinsats och maskininsats. Genom bättre organisation och teknik förskjuts dessa isokvanter åt vänster vilket innebär att produkten kan erhållas med en minskad insats av produktionsfaktorerna arbete eller maskiner.

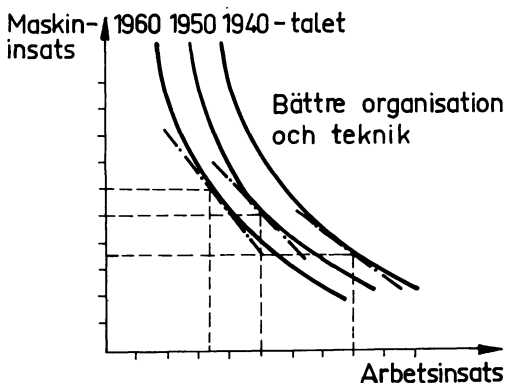


Fig 8. Substitution av produktionsfaktorer. (Efter Bo Broms.)

*Utbildningsexpansionen* belyses ytterligare av fig 9, 10 och 11. Fig 9 visar totala antalet ingenjörer av olika kategorier vid olika tidpunkter fram till 1980. I fig 10 har totalantalet ingenjörer och ekonomer framräknats ända till år 2040. Fig 11 slutligen visar hur utbildningens omfattning fördelar sig för födelse-årgångarna 1920, 1940 och 1953. Mot 4 % studenter i 1920 års årgång svarar 30 % med gymnasieexamen och 20 % med fackskoleexamen, totalt alltså 50 %, i 1953 års årgång.

*Samhällsutvecklingen.* En mycket omfattande och grundlig undersökning om den sannolika utvecklingen fram till år 2000 lämnas av amerikanerna Kahn och Wiener vid Hudsoninstitutet i boken *The year 2000*, som blivit mycket omdebatterad. Enligt Kahn & Wiener finns i samhällsutvecklingen tre karaktäristiska stadier, det förindustriella, i huvudsak agrara samhället, det industrialiserade och det efterindustriella med i huvudsak servicebetonat näringsliv (tabell 2). För vart och ett av dessa samhällen finns en motsvarande genomsnittlig inkomstnivå.

Mellan dessa stadier finns mellanstadier. Det som befinner sig mellan det industriella och det efterindustriella kallas konsumtionssamhälle. I Sverige utgjorde bruttonationalprodukten (BNP) 1965 12 500 kr/inv varav 52 % var privat konsumtion och vi befinner oss alltså i konsumtionssamhället. Fig 12 visar delvis efter Kahn & Wiener den sannolika utvecklingen av BNP i Sverige fram till år 2000. Vi skulle då sedan länge vara inne i servicesamhället. Aktuell statistik visar att vi är på god väg dit.

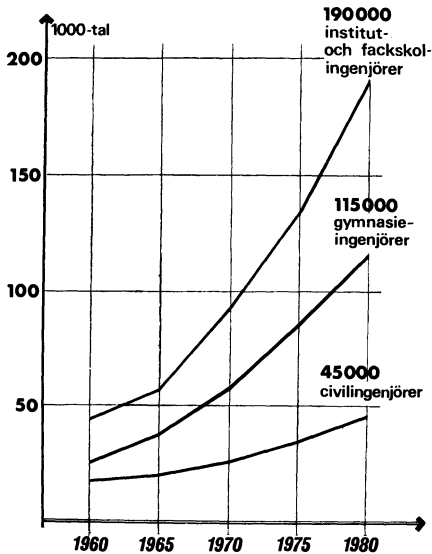


Fig 9. Totala antalet ingenjörer 1960—80.

	Dominerande näringsgrupp	Inkomstnivå kr/inv.
Förindustriellt samhälle	Jordbruk	250— 1 000
Industrialiserat samhälle	Industri	3 000— 7 500
Efterindustriellt samhälle	Service	20 000—100 000

Tabell 2. Samhällsutvecklingen enligt Kahn & Wiener.

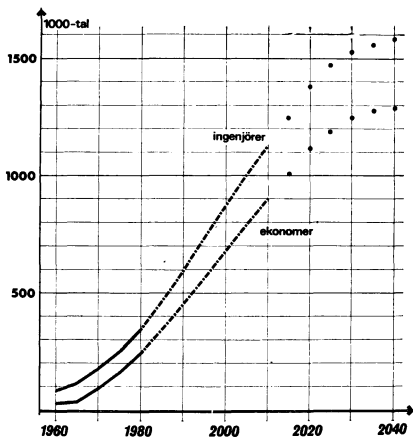


Fig 10. Totala antalet ingenjörer och ekonomer av alla kategorier.

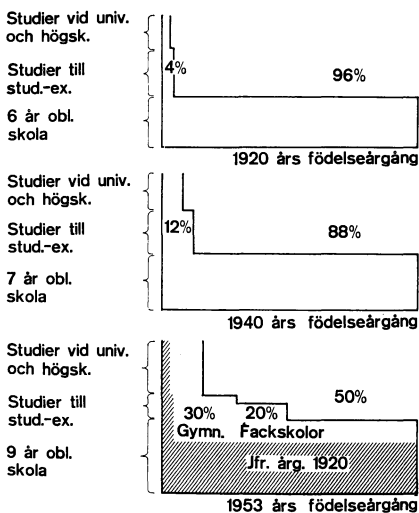


Fig 11. Utbildningens omfattning för födelseårgångarna 1920, 1940 och 1953.

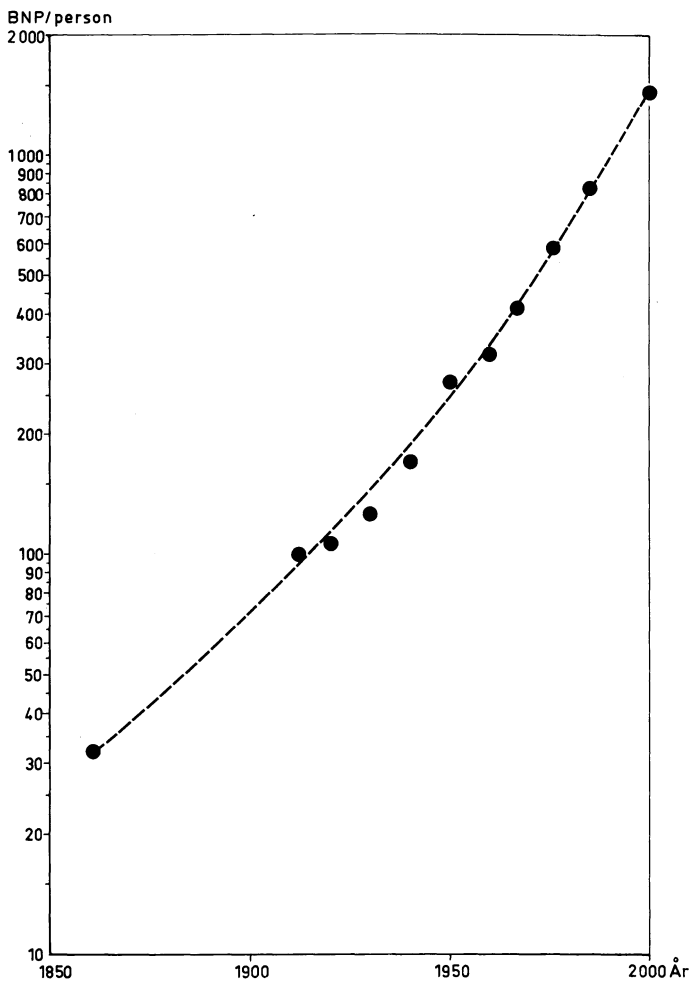


Fig 12. BNP/pers i Sverige 1861—2000 (1912=100), logarit-  
misk skala.

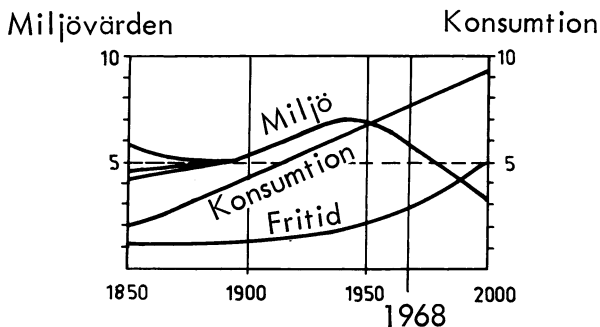


Fig 13. Utveckling beträffande miljö, konsumtion och fritid. (Schematisk framställning efter Dahmén.) Miljövärden under 5 — hälsovådlig miljö har betydande omfattning. Konsumtionsvärden under 5 — svält förekommer tidvis utbrett. Miljöför-sämringen inträder ungefär samtidigt som fritiden börjar öka.

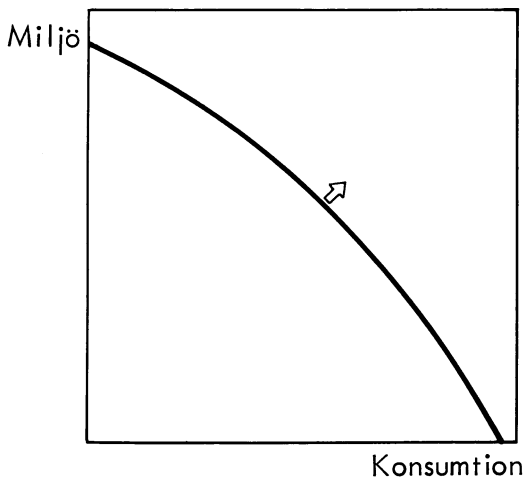


Fig 14. Substitutionskurva miljö—konsumtion. Kurvan visar olika valmöjligheter mellan miljö- och konsumtionsvärden. Forskningens uppgift är att förskjuta kurvan i pilens riktning. (Efter Dahmén.)

Några karaktäristiska kännetecken för servicesamhället förtecknas nedan.

Inkomst per capita 50 ggr så stor som i jordbrukssamhället. De flesta aktiviteter serviceorienterade i stället för produktionsorienterade.

Företagen inte längre de viktigaste källorna för innovation. En effektiv miniminivå för inkomster och sociala förmåner. Den fria marknaden spelar mindre roll än den allmänna sektorn.

Vitt spridd cybarnation.

Världen har blivit "mindre".

Utbildningssamhälle med ständig vidareutbildning.

Snabba förbättringar av undervisningens metoder och teknik.

*Miljön* vi lever i får sin prägel av de byggnader vi uppför och påverkas av de verksamheter vi utövar. Genom byggnadernas stora livslängd påverkar dagens byggande också miljön långt framåt i tiden då värderingarna kan vara helt förändrade. En form av miljöpåverkan sker genom emissioner av rök, avgaser och buller, utsläpp av avfallsprodukter samt exploatering av naturtillgångar.

Fig 13 visar efter professor Dahmén schematiskt utvecklingen beträffande miljön sedan 1850-talets begynnande industrialisering till våra dagar och kurvan som är nedåtgående sedan 1940-talet har dragits ut fram till år 2000. Bilden visar att om inte denna nedåtgående tendens bryts kommer vi snart att i stor utsträckning befinna oss i en klart hälsovådlig miljö. Som jämförelse har också kurvor för konsumtion och fritid lagts in. Intressant är att konstatera att miljöförsämringen inträder ungefär samtidigt som fritiden börjar öka.

Dahmén framhåller att miljön har ett värde för oss av samma art som konsumtionen. Vi kan i fig 14 för våra tillgångar som representeras av den krökta kurvan godtyckligt välja miljö- och konsumtionsvärden. Detta gäller även positiva förändringar av miljön.

Det är därför viktigt att skapa metoder att mäta miljövärden så att en värdering kan ske på ett objektivet sätt. Forskning som på ett mycket förberedande stadium behandlar dessa problem bedrivs nu på ett par institutioner i landet. Ett exempel behandlas senare i denna bok.

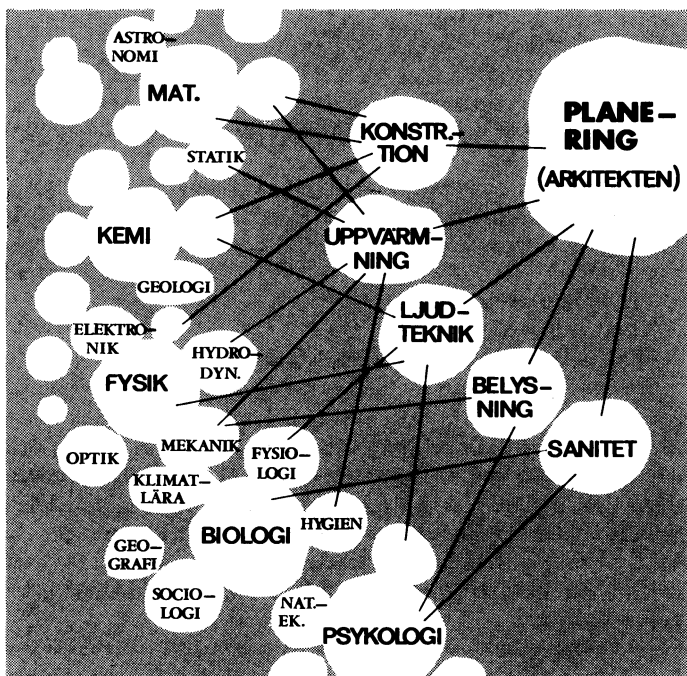
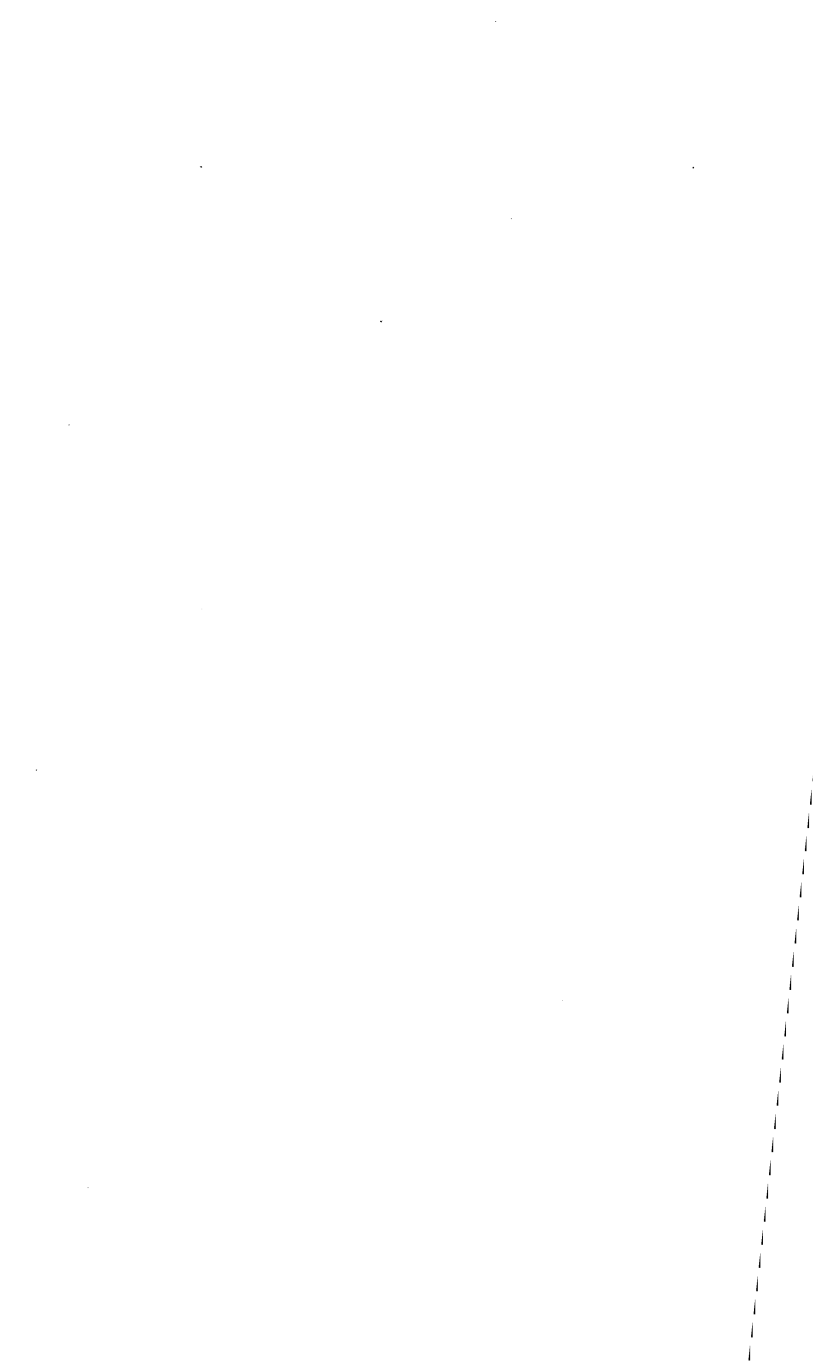


Fig 15. Byggfackmannens kunskapsnät.

Byggforskningen rör sig inom ett mycket stort område av mänskligt vetande. De följande artiklarna som ger smakprov från pågående forskningsarbeten bör kunna ge en uppfattning om detta. Hur vitt byggfackmannens kunskapsnät måste sträcka sig vill också fig 15 antyda.







## ***Vad kostar staden?***

En redogörelse för forskningsarbetet inom arbetsgruppen Scape vid institutionen för stadsbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola.

### **BAKGRUND**

Kunskaperna om sambandet mellan kostnader och kvaliteter i stadsbyggnadet är små. Men samtidigt investeras årligen mycket stora belopp i stadsbyggnadet. Nyinvesteringar i byggnader och anläggningar som styrs på olika sätt och i olika grad av planering enligt byggnadslagen kan nu uppskattas till mer än 15 milliarder kronor om året. Dessa investeringar utgör också den ojämförligt största investeringsposten i landet.

Bristen på kunskaper gör att beslut om planers utformning sker utan att för- och nackdelar med alternativa lösningar prövas tillräckligt. Man överblickar sålunda dåligt hur den totala boendekostnaden, inkluderande transportkostnader, skulle komma att förändras om exempelvis en mera omfattande småhusbebyggelse genomfördes. Eller hur de samlade kostnaderna skulle förändras om man konsekvent bygger tätare, till exempel genom att utnyttja även terräng som i sig medför högre anläggningskostnader för grundläggning, gatubyggnad, etc etc. Det är också uppenbart att vid planeringar av olika slag görs många betänkliga suboptimeringar. Huvudmannen för en viss planering eftersträvar att få lägsta kostnad eller högsta standard inom den sektor han just bär ansvar för utan att närmare tänka på följdverkningarna beträffande kostnader och kvalitet inom andra sektorer av samhällsbyggnadet. Jag tar två exempel.

Inom samhällsbyggnadet har enorma fel uppstått som en följd av att det inom systemet för biltransporter är en grupp kost-

nadsbärare som svarat för de fasta anläggningarna och en helt annan för de rörliga materielen. Därvid har investeringstakten blivit för låg när det gäller byggande av vägar, gator och parkeringsplatser men för hög när det gällt anskaffning av fordon. Följden har blivit köbildningar, dålig transportekonomi, ökad olycksfrekvens och indirekt en missriktad styrning när det gäller lokalisering av verksamheter. Inom samhällsbyggnadet har också inträffat en väldig ökning av arealanspråken. Arealökningarna uppskattas nu till ca 4 % om året per invånare räknat. Till en viss del torde detta bero på att olika verksamheter tillåtits öka sin ytstandard utan att man närmare granskat vad alla dessa deltillskott över hela tätorten medför av indirekta kostnadskonsekvenser genom längre transporter, längre ledningar etc.

## AVSIKT

Den generella målsättningen är att ge ökade kunskaper om de samlade anspråk på resurser, kapital, material, arbetskraft och arealer, som en stadsanläggning ställer samt att visa hur anspråken varierar med olika strukturer och kvaliteter hos staden eller dess element liksom variationerna med olika lokala förhållanden eller exogena faktorer såsom räntefot.

Man önskar sålunda sammanställa totala kostnadskonsekvenser med kvaliteter av olika slag. Avsikten har varit att söka numeriskt kvantifiera även kvaliteterna och studier har också gjorts i detta syfte. Personligen avvisar jag dock tanken på att en sådan kvantifiering kan genomföras över hela fältet. Men den torde vara möjlig att genomföra i vissa sammanhang.

Eftersom målsättningen är att ge en överblick över den samlade effekten över hela stadsanläggningen måste man vara beredd att av praktiska skäl avstå från fördjupade eller fullständiga studier av alla eller ens några sektorer av ämnesområdet. Den omständigheten att husbyggnadskostnaderna i andra sammanhang blivit relativt väl utredda gör emellertid att denna studie avsiktligt blivit mer detaljerad beträffande element utanför än inom huset.

Inledningsvis har arbetet givits sådan inriktning att man skall kunna

dels belysa storleksordningen av arealbehov, erforderliga in-

- vesteringsbelopp och vissa årliga kostnader för en stadsanläggning
- dels belysa fördelningen av arealer och kostnader på grupper av planelement och aktiviteter i stadsanläggningen
  - dels belysa de arealmässiga och kostnadsmässiga konsekvenserna vid variation av enstaka planvariabler samt lokala förhållanden.

## METOD

Metoden kan sägas innebära att man bygger upp självkostnadskalkyler för ögonblicklig utbyggnad av städer med olika utformning.

Staden antas bestå av en serie anläggningar som i sin tur är uppbyggda av element. Anläggningar och element hänförs antingen till bostad, grannskapsenhet eller tätort i sin helhet. Summan av kostnaderna för staden sägs då vara summan av kostnaderna för alla bostadselementen, grannskapselementen och tätortselementen plus kostnaderna för förflyttningar mellan anläggningarna i staden. Alla kostnader medtas, såväl kapitalkostnader som driftkostnader, oavsett i vilken form de brukar täckas, genom hyror, avgifter, skatter eller liknande. Någon råmarkskostnad upptas emellertid inte.

Metoden förutsätter nu bland annat att man konstruerat teoretiska planmönster för dels grannskapsenheten dels tätorten. Ur dessa mönster erhålls de mängder för elementen, vilka multipliceras med kända enhetspriser för varje element. Såväl mängder som enhetspriser varierar därvid med sådana faktorer som lokala förutsättningar, anläggningarnas standard och planernas utformning.

Färdlängder för förflyttningar mellan anläggningarna fås också ur de konstruerade planmönstren och sammanställs med trafikstringstal efter VBBs trafikprognosmodell och trafikfördelningsmodell. I kostnaderna ingår även privat persontidskostnad med 7 kronor/timme.

Huvudskälet till att man valt att arbeta med teoretiska planmönster är att man då kan systematiskt studera effekten av ändringar i en eller flera planvariabler, medan övriga faktorer i stort sett är oförändrade. En förutsättning för metoden är emellertid att man kan kontrollera att de konstruerade planerna är verklighetsanknutna i relevanta avseenden.

I det hittills utförda arbetet har man studerat kostnadseffekten av följande variabler:

A	lokala förutsättningar: terräng och grundförhållanden	5 varianter
B	anläggningarnas standard:	
	a gångavstånd från bostadsentré till närmaste bilangöringsplats	2 varianter
	b husdjup för trevånings lamellhus	2 varianter
	c skärmvinkel mellan parallella huslängor i tre våningar	2 varianter
C	planutformning:	
	a hustyper och täthet i exploateringen	8 varianter
	b tätortens storlek	3 varianter
	c tätortens form	3 varianter
D	räntefot	3 varianter

## RESULTAT

Några väsentliga resultat framgår av bifogade diagram. Allmänt kan konstateras att arealbehov, investeringsvolym och årskostnader påverkas starkt av tätheten i exploateringen. Exploateringstalet  $e$ , dvs bostadsytan genom hela markarealen, varierar för grannskapsenheten från 0.07 vid villor på stora tomter till 0.96 vid 16 våningars hus, och vid dessa ytterlighetsvärden blir arealbehovet i staden per lägenhet om 90 m<sup>2</sup> 2 500 m<sup>2</sup> respektive 700 m<sup>2</sup> och investeringsbeloppet, och det är svaret på "vad kostar staden", blir 210 000 kr respektive 160 000 kr per lägenhet. Årskostnaden blir 25 700 kr respektive 18 600 kr inklusive kostnader för resor m m. Det är att märka att för investeringar och årskostnader stiger kurvorna brant under  $e=0.25$  men är tämligen flacka över detta värde. Terrängbeskaffenheten ger ett stort kostnadsutslag över hela tätorten med variationer i totalkostnaden på 20 % vid gles bebyggelse och 7 % vid tät bebyggelse i en stad om 75 000 invånare. Det kan ändå visa sig ekonomiskt att bygga även i dålig terräng om man därigenom kan minska utspridningen av staden.

Man observerar nämligen att förflyttningskostnaderna är mycket stora. Vid den glesaste bebyggelsen är de större än kostnaderna för den egentliga bostaden och i den tätaste bebyggelsen fortfarande omkring 2/3 av bostadens årskostnad. För-

flyttningskostnaderna ökar också starkt vid ökad ortsstorlek. Från 25 000 invånare till 225 000 invånare ökar förflyttningskostnaden med ca 4 000 kronor per lägenhet och år. Däremot synes arealbehov, investeringsvolym och övriga årskostnader, exklusive förflyttningskostnader, förbli i stort sett oförändrade per lägenhet räknat vid olika storlek och form på staden.

Här bör göras två förtydliganden.

För det första att när materialet visar en kostnadsserie, denna inte får tolkas så att lösningen med lägsta kostnad representerar bästa ekonomi. Kostnad och kvalitet har nämligen ingens kunnat sammanvägas i en måttenhet som skulle ge uttryck för ekonomin. Men materialet gör det möjligt att jämföra summan kostnader med preciserade, beskrivna egenskaper och kvaliteter.

För det andra måste det vara klart att summan kostnader endast är kostnaderna inom staden. Kostnader utom staden kommer inte med. Det betyder att när vårt material visar större kostnader för större städer än små, så innebär det inte att de små är mer ekonomiska. Vårt material ger ingen sådan information. Merkostnaden i dessa kalkyler för stora städer kan nämligen uppvägas av kvalitetstillgångar, exempelvis bättre skolor, eller av större externa kostnader, exempelvis reskostnader, för den lilla orten.

Resultaten visar med all tydlighet att mycket stora kostnadsreduktioner kan nås genom en noggrann planering av städerna. Bland annat bör denna syfta till att ekonomisera transportstrukturen. Det framstår som en väsentlig uppgift för planeringen i vår tid att göra detta under samtidig utveckling av städernas kvaliteter.

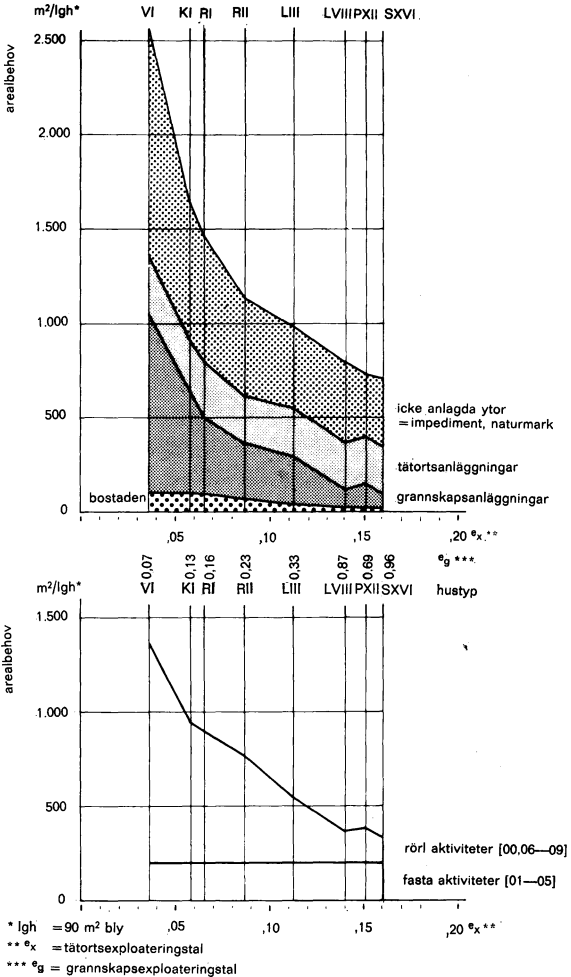
## FRAMTID

Arbetet är endast i sitt inledningskede. Scapes metoder kan utvecklas och datamaterialet ökas och organiseras som en databank. Jag tror det är angeläget att så sker. Ty studier av detta slag kan ge de för planeringen ansvariga en bättre allmän insikt om de totala ekonomiska konsekvenserna av alternativa planlösningar, bebyggelse- och trafiksystem. Dessutom bidrar resultaten, metodiken och det tillgängliga datamaterialet att underlätta genomförandet av ekonomiska översiktsanaly-

ser i enskilda fall av stadsplanering, till analys av alternativ etc. När här nämns "stadsplanering" förstås därmed allt slags planering för tätorter alltifrån regionala översiktsplaner till mindre och detaljerade planer.

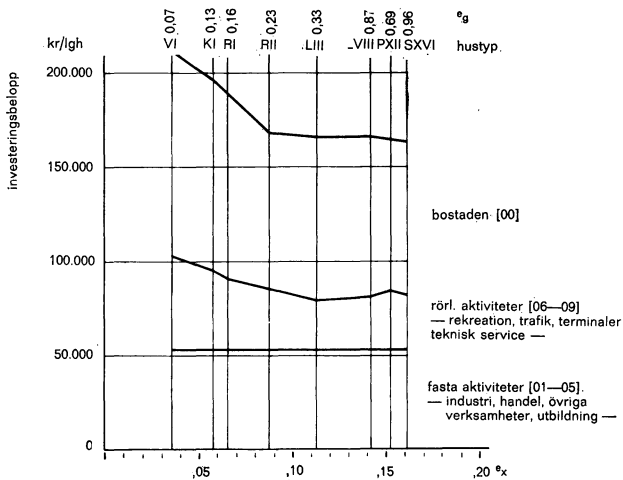
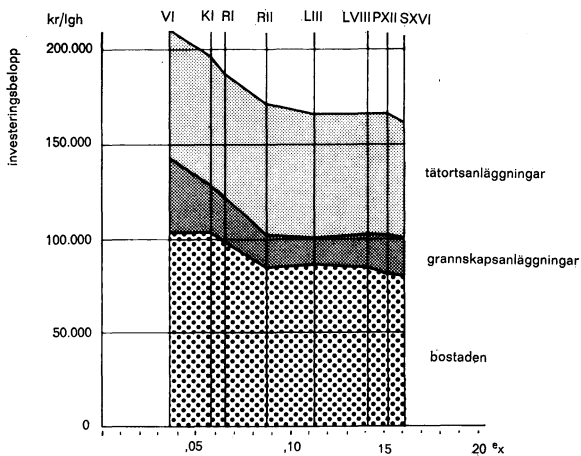
### AREALBEHOV ÖVER TÄTORT

(75.000 inv, stjärnstad, medelsvår terräng  $\lambda_3$ )



# INVESTERINGSBELOPP ÖVER TÄTORT

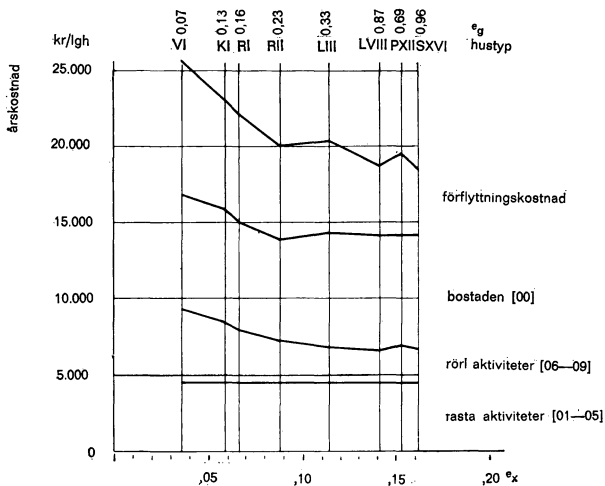
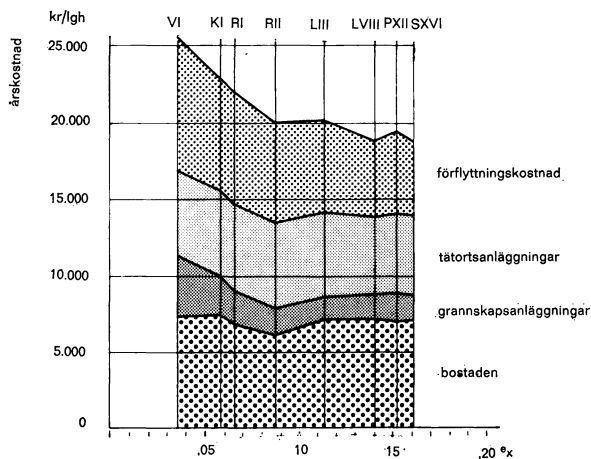
(75.000 inv, stjärnstad, medelsvår terräng  $\lambda_3$ ) prismetå 1967





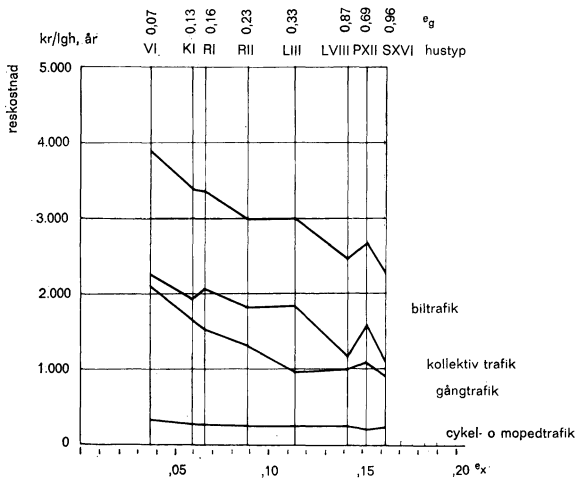
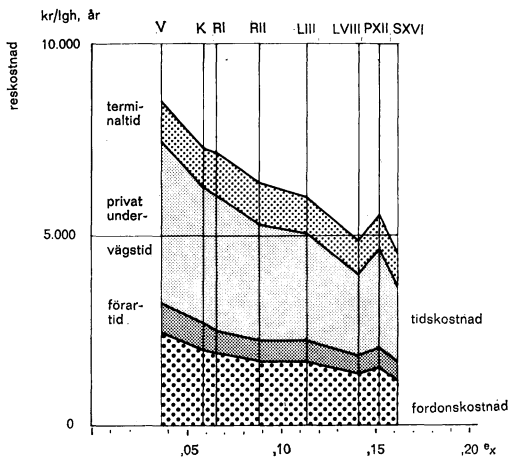
## ÅRSKOSTNAD ÖVER TÄTORT

(75.000 inv, stjärnstad, medelsvår terräng  $\lambda_3$ ) prisenivå 1967, kalkylräntefot 5,5 %, biltäthet 0,4 bil/inv, privat persontidsvärdering 7 kr/tim.



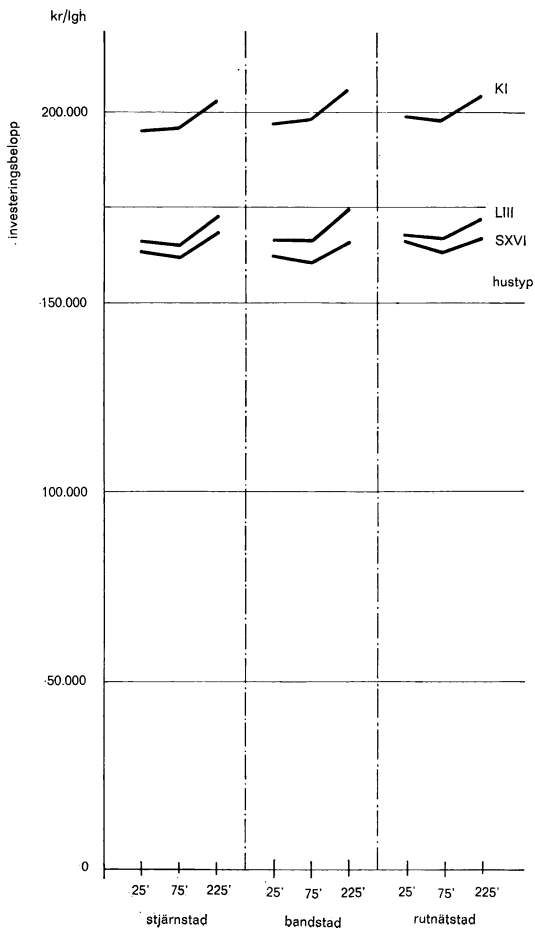
## FÖRFLYTTNINGSKOSTNAD

(75.000 inv, stjärnstad, medelsvår terräng  $\lambda_3$ ) prisnivå 1967, biltäthet 0,4 bil/inv, privat restidsvärdering 7 kr/tim, konstant resfrekvens för trafikslagen



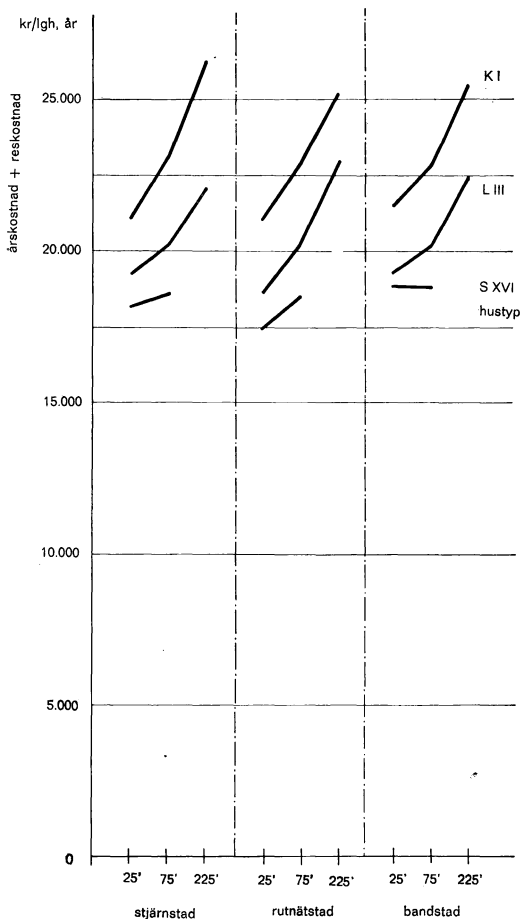
# INVERKAN AV TÄRTORTENS STORLEK OCH FORM SAMT HUSTYP PÅ INVESTERINGSBELOPPET

(medelsvår terräng  $\lambda_3$ )



# INVERKAN AV TÄTORTENS STORLEK OCH FORM SAMT HUSTYP PÅ ÅRSKOSTNADEN INKL RESKOSTNADEN

(medelsvår terräng  $\lambda_3$ , kalkylräntefot 5,5 %, persontidskostnad 7 kr/tim)



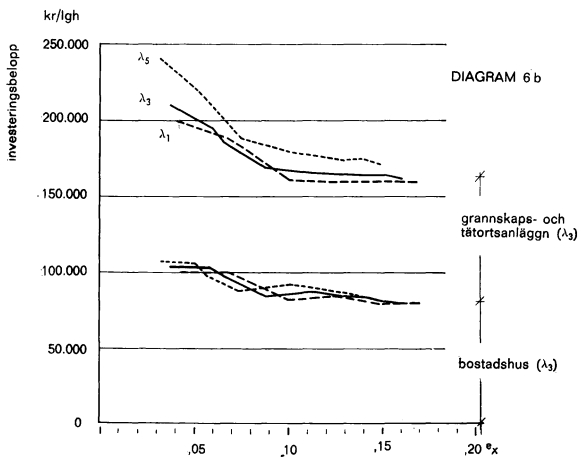
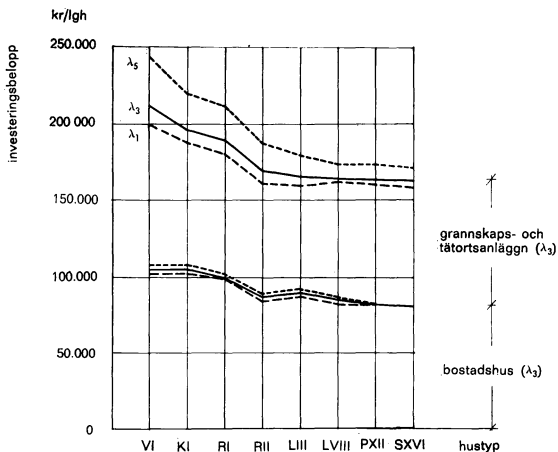
# TERRÄNGTYPENS INVERKAN PÅ INVESTERINGSBELOPPET

(75.000 inv., stjärnstad)

$\lambda_1$  = lätt byggbar terräng

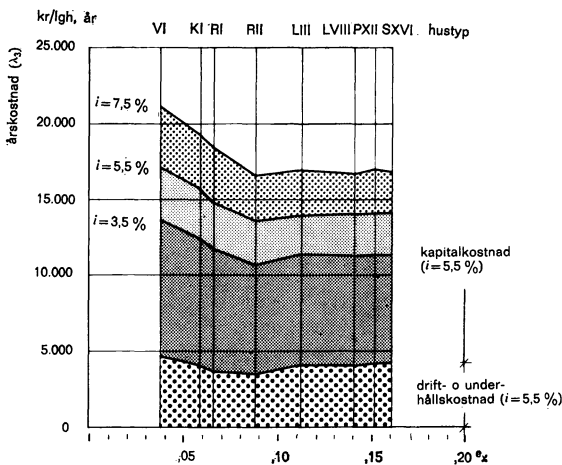
$\lambda_3$  = medelsvårt byggbar terräng

$\lambda_5$  = svårt byggbar terräng

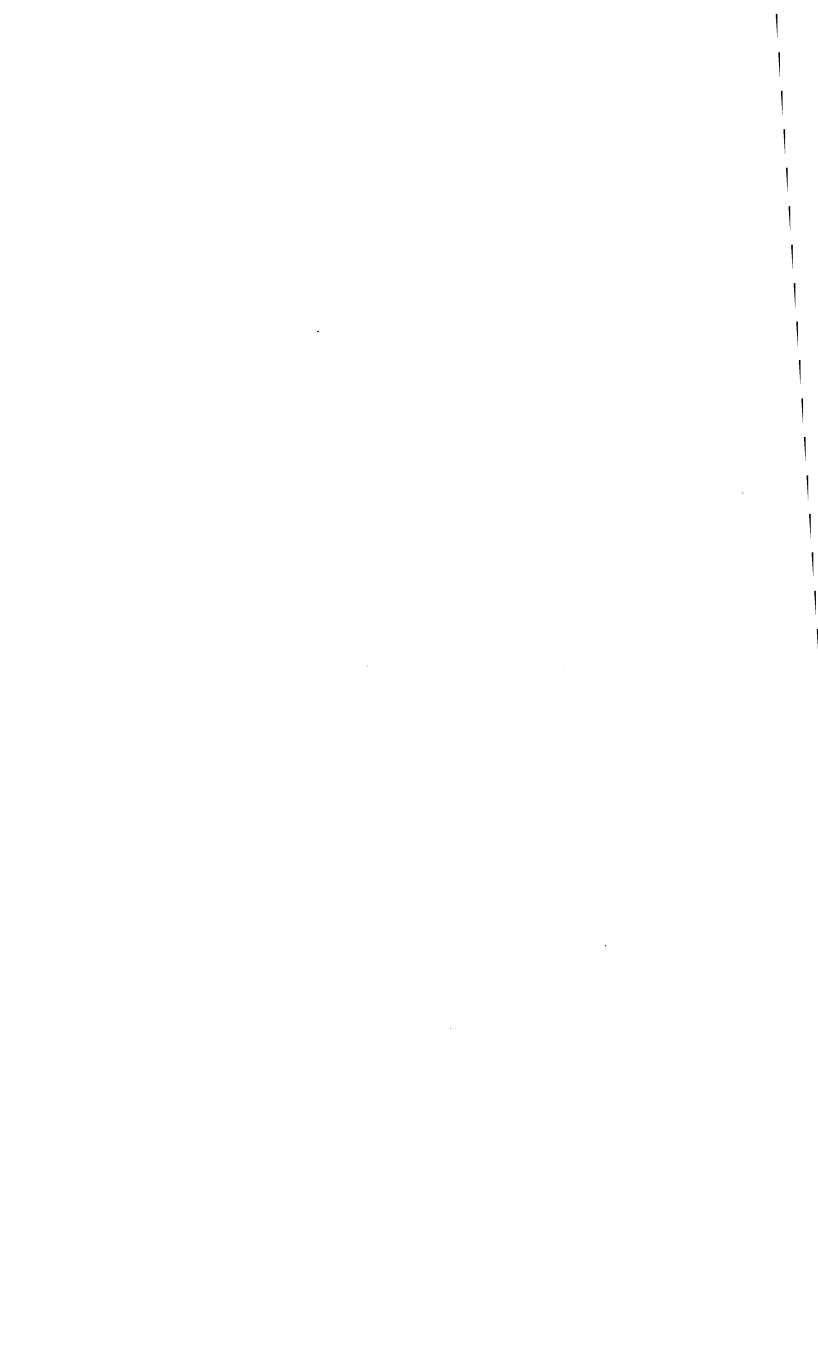


# KALKYLRÄNTEFOTENS INVERKAN PÅ ÅRSKOSTNADEN

(75.000 inv, stjärnstad)



- VI enplansvilla
- KI enplans kedjehus
- RI enplans radhus
- RII tvåvånings radhus
- LIII trevånings lamellhus
- LVIII åttavånings lamellhus
- PXII tolvvånings punkthus
- SXVI sextonvånings skivhus



*Professor TORSTEN HÄGERSTRAND-  
Lunds universitet*

## ***Lägesbestämda data för byggandet***

Byggandet ligger i vårt samhälle inbäddat i en utdragen process. Åtminstone under ideala förhållanden innefattar denna först moment av inventering, förutsägelse, resursbedömning och målformulering, sedan någon form av översiktlig planering, därpå mera detaljerad planläggning, följd av direkt projektering. Till en alldeles fullständig cykel borde egentligen också höra en värderingsfas — i praktiken ännu så länge starkt försummad — som skall ge något besked om vilken grad av måluppfyllelse som nåtts och därmed ge utgångspunkt för modifikationer av handlingssätten i nästa omgång.

Aktörerna i de olika stadierna hör till många kategorier, representerande enskilda och allmänna intressen. Gemensamt för dem alla är att de behöver tillgång till mångsidig information. Det räcker inte bara med vad man brukar kalla "veta hur". Man måste också "veta hur mycket", "veta när", "veta var" och "veta vem".

Jämsides med den numera livliga diskussionen om planeringens allmänna organisation har intresset väckts för att förbättra planeringens arbetsvillkor med hjälp av vad som kommit att kallas integrerade informationssystem. Dessa skulle alltid vara parata att leverera aktuella och åt alla håll likformiga upplysningar till alla som är verksamma inom samhällsbyggandet. Intresset för integrerade informationssystem är inte bara föranlett av det växande behovet av effektivare informationsflöden. Ett annat skäl är att den elektroniska databehandlingens framsteg mycket snabbt har kommit att flytta förut utopiska önskemål innanför möjligheternas gräns.

Begreppet integrerat informationssystem kan uppfattas i en vidare och en mera begränsad mening. I den vidare meningen avser man hela det nätverk av kanaler längs vilka information bör strömma under alla stadier av samhällsbyggandets cykel. Man inbegriper informationen om den miljö i vilken planerande och byggande skall äga rum. Man inbegriper kommunika-



tionerna mellan dem som formulerar målen och planerarna, informationen mellan forskning och praktik och informationen om antagna planer till dem skall beordras eller övertalas att följa intentionerna. Slutligen ingår den återföring av information som behövs för att man skall kunna jämföra nådda resultat med uppsatta mål.

Ett integrerat informationssystem i denna vida mening, skräddarsytt för samhällsbyggandets behov, finns inte i Sverige och för den delen ännu mindre någon annanstans. Vad vi äger i vårt land är ett mycket stort antal små system, uppbyggda rätt mycket var för sig av företagen, de otaliga organisationerna och organen för samhällets skilda förvaltningsområden. Den officiella statistiken är en för alla gemensam pool av yttre data, mer eller mindre flitigt använda. I övrigt strömmar informationerna inom varje system lättast i den vertikala riktningen mellan perifera och centrala organ. Den formella horisontella integrationen uppbärs huvudsakligen av vårt remissväsen och vissa andra föreskrivna samrådsformer. Stora delar av informationsflödet kanaliseras dock på en mängd informella sätt och bär därför i mångt och mycket tillfälligheternas prägel. Det mest anmärkningsvärda är kanske, som redan antytts, att det inte finns fasta rutiner för efterkontroll av samhällsbyggandet.

Det integrerade informationssystemets problem vore ett angeläget område för en betydande insats av forskning, en insats som man inte kan uppskjuta för att vänta på vad som görs i andra länder, eftersom förutsättningarna varierar så oerhört mycket från land till land. På ett allmänt håll internationellt plan har saken tagits upp inom ett av FN:s forskningsinstitut i Genève, dock huvudsakligen med tanke på utvecklingsländernas situation. Sannolikt arbetar man med frågan på många andra håll. Det förefaller som om man till exempel i Storbritannien ganska snart skall komma med en planeringsreform i vilken man lagt mycket stor vikt vid hur planer skall formuleras och kommuniceras mellan medverkande intressenter för att få avsedd effekt. Informationsfrågan kan naturligtvis inte skiljas från problemen med att ordna planering, verkställighet och administration överhuvudtaget, eftersom informationsflödena är en vital del av varje organisation med uppgift att styra och påverka. Utöver vad som nu antytts skall den vidare aspekten på informationssystem inte behandlas här.

I en mera begränsad mening är ett integrerat informationssystem ett arrangemang, som på ett enhetligt sätt tillhandahåller de miljödata som politikern, forskaren, planeraren och admi-

nistratören behöver. Det har föreslagits att man i detta fall bör använda benämningen datasystem. Ett integrerat datasystem blir då en av beståndsdelarna i ett integrerat informationssystem i vidare mening. Saken gäller nämligen helt enkelt aktuella eller historiska data rörande befolkning, företag, fastigheter, lokaler, markytor, transporter och dylikt.

Trots vissa besvärande luckor i nuvarande datatillgång i vårt land är det nog så att vi har det bättre beställt än alla andra länder vad beträffar tillströmningen och lagringen av primärdata. Vi äger t ex kontinuerligt aktualiserade register över befolkning, beskattning och fastigheter, och vi har ett nytt och mycket förnämligt ekonomiskt kartverk som också ajourhålles. Därför finns det hos oss ett sällsynt gott utgångsläge för nya grepp, som kan leda till att datamassan utnyttjas effektivare än som varit möjligt förut av historiska och tekniska skäl. Situationen är med andra ord mogen för konstruktionen av ett integrerat datasystem.

Hittills har våra primärdata huvudsakligen kommit till användning genom tabellariskt presenterad statistik. Undantagen är de strödda bearbetningar av primärdata för kartografiska ändamål, som gjorts i samband med förarbete till översiktlig planläggning eller inom forskningen. Den officiella statistiken har under tidernas lopp kommit att utformas på ett sätt som i första hand skulle ge de centrala organen ett överskådligt beslutsunderlag. Den har kommit att bli en speciell sida av den nationella bokföringen och tjänat till ledning vid fördelningen av insatserna inom olika sektorer som helhet. De mera konkreta beslut om lokalisering och dimensionering, som måst föregå det egentliga byggandet, kunde under mindre komplicerade samhällsförhållanden fattas med hjälp av den sorts kunskap om sakläget som brukar kallas lokalkännedom. Man kan här erinra om hur utbyggnaden av vårt vägnät tills ganska nyligen sköttes tämligen intuitivt inom beslutsdomäner, som i dagens perspektiv ter sig mycket små. Även näringslivet torde ganska långt fram i tiden ha arbetat utan att låta sig belastas av annan datahantering än sin egen bokföring och så förhåller det sig väl fortfarande inom de mindre företagen.

Bara sedan andra världskrigets slut har emellertid händelseförloppet fört till att efterfrågan på data ändrat sig radikalt. Man ser det nu som en nödvändig sak att begagna statistiska och andra systematiskt ordnade uppgifter till och med på håll

där tidigare lokalkännedomens princip härskat oinskränkt som t ex inom landskommunerna. Företagen efterfrågar data om den omgivning som de opererar i. Även de centrala statsmakterna behöver lokalt differentierade data för sin lokaliserings- och planeringspolitik. Forskningen har i växande utsträckning kommit att intressera sig för regionala och lokala frågor.

I denna nya efterfrågesituation har en av de anmärkningar, som riktats mot den officiella statistikens redovisningsmetoder gällt den styvmoderliga behandling som rumsdimensionen fått. Summa data för till exempel län eller kommuner har tett sig otillräckliga för alla som velat få veta något om de interna förhållandena, relationerna och skeendena innanför dessa enheter eller som behövt få observationer fördelade över landet på ett mera likformigt sätt än vad de oregelbundna och olikstora administrativa områdena kan ge möjlighet till. Det har också varit alltför tidsödande eller omöjligt att föra samman data ur skilda register och arkiv med varandra och med den information som kan hämtas från våra kartverk.

Dessa och liknande svårigheter är nu på väg att övervinnas. Möjligheterna att förbinda data ur olika källor tog ett stort steg framåt då för några år sedan individuella identitetsnummer infördes i folkbokföringen. Dessa har gett mycket goda möjligheter att kombinera data från olika håll kring individen, något som haft stor betydelse för många forskningsgrenar, liksom också för hälso- och socialvård och annan administration.

Efter detta framsteg har det återstått att med jämförlig precision slå en brygga mellan de demografiska och ekonomiska grunddata, som traditionellt hört till statistikens område och de fysiska data som kan hämtas från kartmaterial, flygbild eller genom terrängobservation, och att samtidigt tillgodose kravet på hög lägesprecision i redovisningen av grunddata. Denna sida av saken har nu nyligen fått sin lösning genom fastighetsregisterutredningen under ledning av lantmäteristyrelsens tekniske direktör Helmer Wallner. Utredningens förslag stadfästes i somras av Kungl Maj:t och genomförandet är redan i full gång.

Metoden blir följande. I samband med uppläggningsen av ett nytt fastighetsregister, som avses bli enhetligt inom såväl landsbygd som stad, skall landets fastigheter beskrivas till läget med hjälp av det svenska rikskoordinatnät som kartverket använ-

der och som finns angivet på bland annat ekonomiska kartan i skalan 1:10 000. Koordinatbeteckningarna kommer att hållas ajour allteftersom fastighetsbeståndet utvecklas. Precisionen blir hög. Lägeskoordinaterna kommer att anges per 10-tal meter inom områden där ekonomiska kartan blir mätunderlag och per meter inom de mera begränsade områden där kartor i större skala gör det möjligt, det vill säga huvudsakligen inom städerna.

Koordinatsättningen skall avse vissa karakteristiska punkter inom varje fastighetsområde. Om således en fastighet består av åtskilda delar — något som är vanligt åtminstone på landsbygden — så beskrivs läget på var och en av dessa särskilt. Inom varje fastighetsområde tas minst en identifikationspunkt ut, i många fall flera. Avsikten är nämligen att koordinatangivelserna skall beskriva såväl fastighetsområdets som bebyggelsens läge. Lägesbeskrivningens huvudpunkt benämnes centralpunkt. Därjämte mätes bebyggelsepunkter in. Centralpunkt och bebyggelsepunkt kan sammanfalla. Bebyggelsepunkterna anger inte läget av varje särskilt hus utan snarare den slutna husgruppens position. Man förbigår således gårdshus och dylik till huvudbyggnader anslutande bebyggelse. Men bortsett från denna detalj kommer landets bebyggelse att erhålla en mycket noggrann och fullständig lägesbeskrivning. De myndigheter eller kommuner, som senare önskar noggrannare lokalinventeringar, kan för sina områden tillfoga lägenhetsnummer vid varje markerad bebyggelsegrupp.

Här skall nu inte koordinatsättningsprinciperna i fastighetsregistreringen beskrivas närmare än som skett. Den intresserade hänvisas till de särskilda publikationer som behandlar saken, t ex justitiedepartementets promemoria 1967:12. Kommentaren skall istället stanna vid det nya registrets funktion i ett integrerat datasystem.

Det är uppenbart, att förekomsten av ett riksomfattande koordinatregister över fastigheterna, enhetligt fört för stad och land och utformat med hänsyn till EDB-teknikens krav, kommer att göra det möjligt att noggrant lägesbeskriva data ur alla de register och arkiv som använder fastigheten som adress. Detta gör i själva verket de allra flesta: folkbokföringen, beskattningsväsendet, äganderättsförteckningarna, bostads-, jordbruks- och företagsräkningarna, lantbruksnämndernas register och många andra särskilda register, som förs av stadsförvaltningar,

tekniska verk och försvarsorganisationer. Särskilt bör observeras, att även sådana register, som primärt är upplagda kring individernas identitetsnummer, blir indirekt åtkomliga därför att individerna i sin tur alltid hänförs till fastighet.

Detta system kommer att kunna ge mycket stor frihet att gå tillbaka till primärdata och bearbeta dessa på ett sådant sätt som är av särskilt intresse för allmän samhällsplanering, byggnadsförberedelse och vid uppföljningsstudier. Man behöver inte längre som nu hejda sin analys vid kommungränsen. Man kan komma innanför för att undersöka hur skilda företeelser samverkar och konkurrerar. Och man behöver inte heller som hittills nöja sig med enstaka ögonblicksbilder med långa mellanrum, utan man kommer att kunna följa förändringar över tiden med en förut ouppnåelig noggrannhet. Markanvändningens förskjutningar och successioner, markprisbildningen, befolkningens och företagets flyttningar blir observerbara på ett klart och överskådligt sätt.

Eftersom det nya systemet nyss har börjat sättas i verket finns det naturligtvis ännu så länge inte särskilt mycket av demonstrationsmaterial att visa upp. Men några exempel kan dras fram från försöksverksamhet och utvecklingsarbete.

Inom den officiella statistiken har man brukat redovisa data för så kallade icke-administrativa tätorter. Avgränsningen har inte varit en lätt sak med de hjälpmedel som hittills funnits. Denna procedur kommer att kunna automatiseras. Den blir därmed enhetligare, korrektere och förmodligen billigare. Forskningsassistent Stig Nordbeck i Lund har med stöd från Statens råd för byggnadsforskning utarbetat maskinprogram för tätortsavgränsning, som synes fungera bra i jämförelse med de förut använda manuella metoderna. Att märka är, att man samtidigt med gränsdragningen kan få en detaljerad kartbild av den interna befolkningsfördelningen. Man behöver för övrigt inte nöja sig med totalbefolkningen utan kan också räkna fram fördelningen av undergrupper, sådana som ålders- och yrkesgrupper.

Som redan nämnts blir en av de stora fördelarna med systemet, att man på ett konkret sätt kan ställa olika datagrupper i relation till varandra och se hur de interagerar i rummet. I en undersökning av barnens skolvägar och trafiksäkerheten, som utförs vid institutionen för byggnadsfunktionslära i Lund, har olika skolanläggningars elevupptagningsområden karterats da-

tamaskinmässigt enligt koordinatmetoden. På kartorna kan man direkt avläsa relationen mellan barnens hem och det gatunät som de måste följa eller korsa på väg till och från skolan. Härur kan sedan lämpliga index beräknas för kvantitativ jämförelse. Nästa steg blir att införa trafikmängderna på gatorna vid de tidpunkter då barnen är ute och rör på sig. Därmed ges också en bas för bedömning av vilka trafikrisker man utsätter dem för vid olika lägesrelationer mellan hem och skola och vid olika sätt att tids- och klassmässigt organisera skolarbetet. Dessa senare beräkningar har ännu inte slutförts, men exemplet torde redan på detta tidiga stadium antyda något om koordinatmetodens kommande betydelse vid värderingen av skilda handlingsalternativ i framtidens stadsbyggande och stadsadministration.

Ibland har man nog, särskilt i utlandet, missuppfattat konstruktionen av det svenska registreringsystemet. Man har trott, att landet skulle delas upp i ett antal fyrkantiga celler, som skulle ersätta eller komplettera kommunerna som statistiska redovisningsenheter. I Storbritannien har man nu i varje fall, trots protester, på statistiskt håll beslutat begagna en sådan cellprincip vid nästa folkräkning. Alla data skall av fältintervjuarna lokaliseras till rutor med sidan 100 m. Detta är nog en förbättring jämfört med hittillsvarande förhållanden, men det är klart att en sådan stelt geometrisk metod medför vissa betydande nackdelar. Vid stadsanalyser kommer inte data att kunna sammanföras till sådana viktiga naturliga områden som kvarter eller stadsdelar, avgränsade av gator och andra barriärer.

I Sverige kommer vi som sagt att få fastighetsområdet i botten på systemet. Fastigheten är en naturlig minsta cell i samhällets indelning i domäner, ekonomiskt och rättsligt. Det är sedan en annan sak, att det av datamaskinmässiga skäl ofta kan vara enkelt och ändamålsenligt att sammanföra data till summor för kvadratiske celler, så som skett i de flesta än så länge utarbetade demonstrationsexemplen. Men det bör betonas, att det är lika möjligt att sammanföra data med hänsyn till vilka fastighetsgrupper som helst, kvarter, stadsdelar eller avståndszoner räknat från någon punkt eller linje eller vad för särskilda regioner man kan komma att bli intresserad av. Man kommer också att kunna dra stickprov med hänsyn till objektens läges-

egenskaper på ett sätt som inte varit möjligt förut. Den mycket stora flexibiliteten blir det särskilda kännetecknet på det svenska datasystemet.

## LITTERATURHÄNVISNING

*Fastighetsregistrering*. SOU 1966:63 (med bilagor)

HÄGERSTRAND, T., *Statistiska primäruppgifter, flygkartering och "data processing"-maskiner*. Ett kombineringsprojekt. Svensk geografisk årsbok 1955

NORDBECK, S., *Framställning av kartor med hjälp av siffermaskiner*. Statens råd för byggnadsforskning. Handlingar nr 44, 1964

SALOMONSSON, O., *Koordinater i register och dataarkiv*. Statistisk tidskrift 1968:4

THUFVESSON, B., *Databehovet inom samhällsbyggandet*. Svensk lantmäteritidskrift 1967:1

WALLNER, H., *Principer för dataredovisning i samhällsbyggandet*. Fastighetsregistrens reformering. Svensk lantmäteritidskrift 1967:1

WALLNER, H., *Kordinatmetodens praktiska genomförande — ett underlag för uppbyggande av ett databanksystem*. Svensk geografisk årsbok 1968.

## ***Detaljplaneringens beslutsprocess***

Inom byggforskningsinstitutets samhällsplaneringsgrupp arbetar vi med det led i förberedelsearbetet för byggandet som gäller ställningstaganden till markanvändning och till byggnadsutformning i stort. Byggnadslagen, som är den väsentligaste rättsliga grunden för reglering av markens utnyttjande och av byggnadsrätt, talar om detaljplaner och översiktsplaner.

Översiktsplaner är regionplan, avsedd att behandla frågor gemensamma för flera kommuner, och generalplan, avsedd att behandla den enskilda kommunens utvecklingsfrågor. Detaljplaner är stadsplan och byggnadsplan. De skiljer sig åt bland annat därigenom att stadsplanens genomförande åvilar kommunen medan byggnadsplanens åvilar markägaren. Mitt ämne, detaljplaneringens beslutsprocess, avser således hur dessa senare planer växer fram.

Innan jag går in på ämnet vill jag med några ord beröra samhällsplaneringsgruppens arbetsprogram, vari studier av detaljplaneringsprocessen intar en framskjuten plats. Detaljplaneringen har undersökts genom att analysera ett urval faktiska planer med avseende på innehållsmässig utveckling, formell beslutsföljd och tidsåtgång (1). Studierna av planeringsprocesser för vi nu vidare till stadsutveckling över längre perioder, där planer och utredningar sätts i förhållande till den faktiska utvecklingen. Huvudsyftet är här att studera planeringens hitillsvarande metoder och söka regelbundenheter och positiva eller negativa effekter hos dessa. Att erhålla grunder för denna bedömning är visserligen ett svårt problem, men genom provstudier tror vi oss ha funnit att det inte är helt oöverstigligt.

Vid vissa stadier i planeringsprocessen redovisas, i enlighet med lagstiftningen, plandokument i form av detaljplaner och



i vissa fall översiktsplaner. Vi har studerat årsproduktioner av sådana planer och utvecklat metoder att numeriskt beskriva innehållet och omfattningen av detaljplaneproduktionen (2) (3). Ett i viss mån likartat kvantifieringsproblem finns i det arbete som gjorts åt Economic Commission for Europe, Committee on Housing, Building and Planning, om bostadsbyggandets och stadsplaneringens standard och normer, och hur dessa definieras och mäts i olika länder i nyexploatering och sanering (4).

Beslut om markanvändning och byggnadsutformning påverkas av många organ i den offentliga administrationen. Vi har gjort försök att översiktligt beskriva detta komplexa system och att därvid ställa rörelsemönstret för projektens behandling i den administrativa strukturen i relation till den formella statistiska ansvarsstrukturen för att se om styrnings- och kontrollförhållandena är rationella, sedda från byggprojektets synvinkel, eller om de är hinder för framväxten av ett effektivare byggande eller för den ökade planeringssamordningen (5).

Vi har vidare, för att öka förståelsen för stadsbyggandets förutsättningar, sökt karakterisera och gruppera kommunerna och kommunblocken med utgångspunkt från för byggandet betydelsefulla faktorer, såsom naturgeografiska, demografiska och ekonomiska förhållanden. I en annan förstoringsgrad görs motsvarande försök att urskilja mönster i den inre differentieringen i de större städerna.

I de nämnda undersökningarna får vi en bild av planeringsprocessen och av kommunernas och städernas förhållanden i stort. En väsentlig pusselbit för planeringsarbetet är dessutom vetenskap om hur boende och arbetande verkligen använder sin miljö. Med kunskaper om detta kan värdesystemen för planeringen och kriterierna för bedömningen av stadsplanekvalitéer förbättras. Vi har därför startat en kombinerat teknisk-social undersökning av stadsdelars funktionsförhållanden (6).

Det jag nämnt är några väsentliga block i forskningsprogrammet. Till dessa kommer bland annat undersökningar om fastighetsmarknaden (7), (8) om fritidsanläggningar (9), (10) om trafikbuller (11) och om snöns stadsplaneeffekter (12).

En intressant fråga, såväl för forskarna själva som för andra, är vilken effekt utredningsresultaten har i det praktiska livet. Som bekant är det svårt att mäta detta, utom i vissa fall där direkta tekniska uppfinningar har gjorts. Jag kan endast ge

några exempel på iakttagna effekter, utan att kunna ge något mått på dem. En mycket stor del av resultaten utgör ju bidrag till våra allmänna kunskaper om omvärlden och de förmedlas ofta i informell form till myndigheter, forskare och andra och får först indirekt en praktisk effekt. De exempel jag tänker på är dels de i undersökningarna om fastighetsmarknaden iakttagna regionala delmarknaderna, som givit underlag till fastighetstaxeringarna, dels vårt arbete med systematiseringen av detaljplaneprocessen, vilket utnyttjats i kommunernas organisationsarbete och i de av bostadsstyrelsen upplagda rullande bostadsbyggnadsprogrammen. Resultaten har också använts i olika undervisningssammanhang och av statliga utredningar.

Undersökningarna inom samhällsplaneringsgruppen ger, som kanske framgått av vad jag sagt, knappast direkta bidrag till den egentliga byggnadsverksamheten utan är inriktade på att påverka denna verksamhets förutsättningar. Det har emellertid under senare tid på ett markant sätt skett en ökad förståelse hos fackorgan och allmänhet för ordningsföljd, tidsförhållanden och inre sammanhang i det förberedelsearbete för byggnaderna i vilket stadsplanearbetet är en länk.

Jag nämnde nyss att detaljplaneringsprocessen kan avse det stadium då detaljplanerna utarbetas och formellt behandlas av kommunala organ, remissorgan och statliga myndigheter i enlighet med byggnadslagens regler (13). Det går emellertid också att skifta referens, och låta innebörden i begreppet detaljplanering ändras till att avse hur och när detaljerna i den slutliga miljön bestäms. Med andra ord utgå från den färdiga produkten och se vid vilket skede och i vilket sammanhang dess delar har fixerats. Som vi skall se blir innehållet olika i de två på dessa sätt definierade processerna.

Låt mig först urskilja det mer formella, rättsliga mönstret och se vilka komponenter detta innehåller. Lagstiftningen anger en ordningsföljd som börjar med upprättande av planförslag. Därvid skall samråd ske mellan planförfattaren och kommunala och statliga organ, intresseorganisationer och enskilda. Därefter följer byggnadsnämndens antagande av planen och utställning av den. Efter utställningstiden skall byggnadsnämnden ta ställning till eventuella erinringar varefter förslaget går till drätselkammaren och därefter för antagande till stadsfullmäktige eller vid delegation till byggnadsnämnden. Den kommunala behandlingen är därmed slutförd. Förslaget går

därefter till länsstyrelsen för fastställelse. I det närmaste alla detaljplaner fastställs på denna nivå. Endast stora eller i något avssende speciella planer förs vidare till Kungl Maj:t. Efter fastställelse sker tomtindelning och tomtmätning. Därefter kan byggherren, således den som har nyttjanderätten till marken och det ekonomiska ansvaret för bebyggelsen, efter att ha utfört husprojektering, söka byggnadslov hos byggnadsnämnden. Först när detta erhållits kan byggandet påbörjas, såvida det inte gäller byggnader med statligt stöd. I sådana fall skall först den berörda myndigheten godkänna projektet. Detta är huvuddragen i den av lagstiftningen angivna ordningsföljden. Under åtskilliga år har det emellertid varit möjligt att se tendenser till avvikelser från denna ordningsföljd i det faktiska planeringsarbetet. Som en följd av bland annat dessa avvikelser tillsattes i våras en statlig kommitté för översyn av byggnads-lagstiftningen.

Det går att urskilja några väsentliga orsaker till de förändringar som pågår, nämligen byggandets industrialisering, ökningen av anläggningsarbetena och ändrad översiktsplanering.

Industrialiseringen innebär för stadsplanering och husprojektering i korthet att alla beslut om utformning och arbetsmetoder måste vara avslutade före det arbetet på platsen kan ske. I kombination med ökningen av anläggningsarbetena runt husen, i första hand orsakade av bilismen, och accentuerade av den ökade tendensen att bygga mer koncentrerat, måste såväl gator som tomtmark och hus samordnas på ritningsstadiet. Samhället har därvid ansvar för bebyggelsens innehåll och utformning i stort samt detaljansvar för allmän mark. Byggherren har ansvar för tomtmarkens och husens mer detaljerade utformning och innehåll. Ansvarsområdena vävs därvid samman, varav följer att de är svåra att avgränsa inbördes.

Vidare har den praxis som utvecklades under slutet av 40-talet för generalplanering visat sig vara för grov i angivelserna för att vara till nytta för kommunernas direkta produktionsförberedande planering samtidigt som detaljplanen genom de orsaker jag förut nämnt, tappat sin funktion som effektivt styrningsmedel. I detta läge, där utvecklingen således har passerat en rättslig mall för ordningsföljd och ansvarsfördelning, har kommuner och byggherrar sökt sig nya vägar att lösa problemet. Lösningen har blivit en utbyggnad av planhierar-

kien, genom att en ny planform skjutits in mellan den långsiktiga generalplanen och detaljplanen.

Denna mellanform har det klara praktiska syftet att med ett tidsperspektiv på ca 2—5 år före beräknad byggstart, innan den integrerade detaljplanerings- och husprojekteringsprocessen påbörjas, klarlägga fördelningen av marken till olika byggherrar och ange på kartor och i skrivna program vad samhället ställer för sociala, ekonomiska och funktionella krav på den blivande bebyggelsen. Med exploateringsavtal med byggherrarna kan sedan kommunen reglera rättigheter och skyldigheter mellan det allmänna och det enskilda.

De förändringar som således vuxit fram har naturligtvis inte tagit sig samma former i alla kommuner eller för alla slag av markanvändning. Vissa mått på omfattningen av avvikelserna från byggnadslagets mönster har vi fått i undersökningar om genomförandegrad och genomförandehastighet för stads- och byggnadsplaner fastställda år 1962 (14).

Så startade till exempel byggandet för en tiondel av projekt innehållande bostäder innan någon plan som hade den aktuella husgrupperingen fanns fastställd. Av tidsavståndet mellan planfastställelse och byggstart för en stor del av övriga projekt gick att utläsa att husprojektering drivits i mycket nära anslutning till stadsplaneringen, då hälften hade en tidsåtgång av mindre än 6 månader mellan planfastställelse och start av schaktning. Markägareförhållanden och kommunstorlek spelar en stor roll för hastigheten på genomförandet.

Även om vissa delar i byggnadslagstiftningen således kommit att framstå som föråldrade, stämmer den emellertid i några väsentliga grunddrag överens med den nuvarande rättsuppfattningen, såsom den med stor kraft framträder i den allmänna debatten, nämligen att ställningstaganden till markanvändning och byggande skall ske med utgångspunkt från det som från allmänna, samhälleliga synpunkter är det mest ändamålsenliga. Här framträder en konflikt mellan hänsynstagande till rationella produktionsmetoder och det allmännas inflytande på produktutformningen. För att denna konflikt skall kunna lösas fordras fördjupande insikter i hur det tekniska, ekonomiska och konstnärliga skapandet egentligen går till, vilket som resultat får det rumsligt mest omfattande bruksföremål vi har.

Tränger vi bakom det formella mönster jag kortfatta talat om kan vi först konstatera att det vi ser växa fram på byggnads-

platserna har föregåtts av en immateriell bild av den färdiga produkten med dess egenskaper, form, material och inpassning i omgivningen. Denna immateriala bild, eller abstrakta föreställning, är i en mening mer komplex än produkten. Den innehåller nämligen också hur alla små delar skall sättas samman för att slutresultatet skall bli det avsedda.

Byggnadsverksamheten skiljer sig naturligtvis inte här till arten från annan tillverkningsindustri men har en komplexitet och problem i samband med anpassningen till omgivningen som är synnerligen omfattande. Dessutom har den en uppdelning på olika huvudmän i de olika skedena. Vi kan emellertid se vissa regelbundenheter från projekt till projekt i den ordningsföljd som den nästan oändliga serien av delbeslut utgör.

För dem som är insatta i planeringsarbete och konstruktionsarbete är dessa regelbundenheter välkända. De utmärks av ett sökande efter grunddrag i strukturen under iakttagande av detaljernas variationsvidd. När vissa grunddrag, t ex vägsystem och ledningssystem fått en ungefärlig form, pendlar arbetet över till undersökningar om konsekvenser för detaljerna, t ex markhöjder och grundläggningsförhållanden, varefter erforderliga justeringar av överordnade system görs. Det går med andra ord inte att fixera ett överordnat system med utgångspunkt från dess egna förutsättningar. Denna ömsesidiga påverkan resulterar i att vissa enheter, t ex kvarter, trafikområden och byggnader kan urskiljas som oberoende enheter i förhållande till omgivningen. Endast kopplingarna mellan enheterna är fixerade, ej dess egna detaljer. Ett problem är att detta spel mellan del och helhet i olika förstoringsgrader skär över olika huvudmäns ansvarsområden. De senare delarna i processen förekommer därvid som föreställningar hos dem som arbetar med de tidigare delarna. Dessa föreställningar grundar sig på tidigare erfarenheter och först när beslut om utformningar av delarna sker förändras föreställningarnas innehåll till att gälla projektet som sådant. Att kontrollera dessa föreställningars aktualitet och överensstämmelse med målsättningarna för respektive stadium är ett svårt problem.

De olika delarna i den immateriella bilden stelnar således med olika hastighet och därvid förekommer parallellt i processen arbete av olika detaljeringsgrad. I den successiva minskningen av alternativa möjligheter som utmärker processen kommer med andra ord direkt miljögestaltande element in på alla sta-

dier. Upplevelsen av landskapet kring en huvudgata eller bebyggelsens siluetter bestäms till exempel på ett mycket tidigt stadium.

Detta komprimerade försök att dra fram några drag i detaljplaneringens beslutsprocess skall här få tjäna som underlag för några reflexioner. De relativt långa produktionsförberedelse-tider och byggnadstider det är fråga om borde komprimeras och ses som ett sammanhängande helt. Skälen är flera. Ett är att det inbördes beroendet mellan delarna är så starkt att störningar får mycket besvärliga följder. Ett annat är att vi måste eftersträva att minimera tidsavståndet mellan den tidpunkt systematiskt insamlade erfarenheter av socialt och tekniskt slag tillsammans med olika innovationer matas in i processen och den tidpunkt de kommer till nytta i brukandet av den färdiga produkten. Styrningen av detta koncentrerade planerings- och produktionskedde kan före start ske genom den typ av mellanplaner jag talade om i kombination med generella norm- och regelsystem.

En annan reflexion är att det här i stor utsträckning är en fråga om vilka föreställningar och värderingar de medverkande har och att dessa måste påverkas genom kontinuerlig utbildning och en bred diskussion. Detta är också ett skede av skapande, där fantasi och inlevelse spelar en oerhörd roll och måste ges utrymme och goda arbetsförhållanden. Personer med dessa kapaciteter, parat med tekniskt-ekonomiskt sinne, måste sökas systematiskt. Det är nämligen svårt att undvika en känsla av att en aningslöshet, en bristande upplevelseförmåga, finns hos många medverkande. Den är av samma slag som hos flygaren, som på stort avstånd trycker på utlösningsskappen till bomberna, utan att kunna föreställa sig vad som kommer att hända med människorna som är dolda för hans blick eller för små.

- 1 *Hur fyra bostadsområden planerats*. Byggforskningen, Rapport 17:1968
- 2 *Val av hustyp I. Ett års stadsplaner*. Byggforskningen, Rapport 37:1966
- 3 *Val av hustyp II. Hus och mark i 21 planexempel*. Byggforskningen, Rapport 38:1966

- 4 *Quality of Dwellings and Housing Areas*. Bygghorskningsen, Rapport 27:1967
- 5 *Den fysiska samhällsplaneringens administrativa struktur*. Bygghorskningsen, Rapport 32:1965
- 6 *Aktivitetstält, del I*. Bygghorskningsen, Rapport 41:1968
- 7 *Fastighetsmarknad 1957—1963*. Bygghorskningsen, Rapport 10:1966
- 8 *Fastighetsmarknad i Nyköping 1930—1964 samt mindre undersökningar inom andra orter*. Bygghorskningsen, Rapport 45:1966
- 9 *Koncentrerad fritidsbebyggelse*. Bygghorskningsen, Rapport 18:1965
- 10 *Bad- och campingplats*. Bygghorskningsen, Rapport 36:1966
- 11 *Trafikbuller i bostadsområden*. Bygghorskningsen, Rapport 36:1968
- 12 *Snö och stadsbyggnad I. Problem och kostnader vid stora snömängder*. Bygghorskningsen, Informationsblad nr 21: 1968
- 13 *Tidplanering. Från stadsplan till byggstart*. Bygghorskningsen, Informationsblad nr 40:1965
- 14 *Stadsplaners genomförande*. Bygghorskningsen, Rapport 38: 1967

*Professor ERIK CARLEGRIM*  
*Kungl Tekniska Högskolan*

## ***Prisutvecklingen på fastighetsmarknaden***

### BAKGRUND

I samhällsbyggnadsprocessen spelar markfrågan en viktig roll. Den frågan kan ses ur många synvinklar, men i den konkreta planerings- och byggnadssituationen är det framförallt två — med varandra intimt sammanhängande — aspekter som gör sig gällande: Vilka markutrymmen är disponibla för utbyggnad och till vilket pris är de disponibla. Planförfattare som ser bort från de äganderättsliga förhållandena och de befintliga ägarnas intentioner beträffande markanvändningen får ofta finna sig i att deras projekt förvanskas vid plangenomförandet eller kanske t o m stannar på papperet, i varje fall för plan typer utan mera vittgående rättsverkningar. Men samtidigt kräver en god planering uppenbarligen att man inte alltför mjukt fogar sig i de befintliga äganderättsliga förhållandena.

De ändringar i markanvändning som planering normalt syftar till och som blir följden av plangenomförandet är i de allra flesta fall förbundna med överlåtelse av äganderätt till mark och fastigheter. När jordbruksmark har dragits in i tätortens intressesfär och skall bebyggas, så har t ex jordbrukaren oftast redan gjort sig av med marken som — kanske efter att ha gått genom någon förutseende mellanhand — hamnat hos en exploatör.

På motsvarande sätt säljes villan i en gruppbebyggelse så snart den är färdigbyggd och när ett hyreshus är moget för rivning och nybyggnad övergår det i saneringsbolags eller kommunens ägo etc.

Ett villkor för en smidig anpassning av markanvändningen till de krav, som samhällsutvecklingen och samhällsbyggnad kan ställa, är således ett väl fungerande system för överlå-



telser av fastigheter. Ett särskilt problem är därvid det förhållandet att ägare till mark inom strategiskt viktiga planeringsområden eller utbyggnadszoner ofta försättes i en monopolsituation, som lätt kan utnyttjas i prishöjande syfte. Tvångsinlösen kan då komma ifråga, vilket ställer speciella krav på metoder för värdering av fastigheter.

Sådana tankar, som här kortfattat framförts, leder till den slutsatsen att man i forskningen rörande samhällsbyggandet och dess villkor bör ge visst utrymme åt fastighetsmarknadsfrågorna och därmed sammanhängande värderingsfrågor.

Kunskaperna om fastighetsmarknaden är inte stora. F n pågår dock forskningsprojekt på några olika håll, inte minst med ekonomiskt stöd från byggforskningsrådet. I stor utsträckning torde det här nödvändigtvis — såsom fallet alltid är beträffande nya forskningsområden — först bli fråga om att skaffa fram deskriptiva data om fastighetsmarknaden, dess omfattning, organisation och prisutveckling etc. Men frågan är också vilka faktorer som påverkar omsättning och prisnivåer inom fastighetsmarknaden. Hur reagerar marknaden för ingrepp av olika slag, t ex ändringar i beskattningsregler? Kan man påverka marknaden i önskad riktning genom olika samhälleliga åtgärder?

Nedan lämnas några exempel på resultat som erhållits vid det forskningsarbete som sedan några år bedrivits i anslutning till institutionen för fastighetsstrukturens ekonomi vid KTH. Arbetet har under senare år i stor utsträckning skett med stöd från byggforskningsrådet. De lämnade uppgifterna har delvis framkommit genom bearbetningar och sammanställningar av officiell statistik, delvis genom specialundersökningar av mer djupgående art.

## FASTIGHETSMARKNADENS OMFATTNING OCH STRUKTUR

Totalt har inom riket ca 140.000 fastigheter bytt ägare under år 1966, vilket är det senaste år för vilket uppgifter f n föreligger. Av dessa ägarebyten har nära 100.000 skett genom frivilliga försäljningar/köp. Resten avser huvudsakligen ägarebyten genom arv och giftorätt o d. Den sammanlagda köpeskillingen för samtliga köp under år 1966 utgjorde ca 6,6 miljarder

kr. Detta innebar bl a att omsättningen inom fastighetsmarknaden detta år var ca tio gånger större än omsättningen på aktie marknaden.

Av visst intresse är den omfördelning av fastighetsinnehavet mellan olika ägarekategorier som äger rum via fastighetsmarknaden. Under vart och ett av de senare åren har en nettoöverflyttning av fastigheter till ett värde av nära 0,5 miljarder kr. ägt rum från fysiska personer (inkluderande även dödsbon) till juridiska personer av olika slag. Denna nettoöverflyttning motsvarar 7 à 8 procent av hela omsättningen.

Frekvensen överlåtelser, satt i relation till totala antalet förefintliga fastigheter, är svår att ange på grund av bristfällig statistik beträffande det totala fastighetsbeståndet. Vissa undersökningar tyder dock på att 6 à 8 procent av fastigheterna årligen byter ägare. Här föreligger emellertid stora regionala variationer. Omsättningen är t ex betydligt större inom tätorter än inom landsbygdsområden.

## DELMARKNADER

Fastighetsmarknaden är inte enhetlig. Olika delmarknader kan vara mer eller mindre klart avskilda från varandra. Delmarknaderna kan avse bestämda fastighetstyper — jordbruksfastigheter, villor, sommarstugor, hyreshus och rivningsfastigheter etc. De olika fastighetstyperna omger sig med en speciell typ av köpare. Utbud och efterfrågan kan följa sitt speciella mönster och prisutvecklingen kan skilja sig väsentligt från en fastighetstyp till en annan.

Delmarknaderna för olika fastighetstyper splittras vidare geografiskt. Man kan ha helt olika marknadssituationer och skilda prisnivåer inom skilda regioner eller bebyggelseområden. Särskilt vid bedömning av prisnivå och prisutveckling är det nödvändigt att beakta denna starka splittring i delmarknader.

## EXEMPEL PÅ PRISUTVECKLING

Med tanke på den oenhetlighet i prisutveckling, som olika delmarknader sinsemellan uppvisar, måste en redovisning ta formen av exemplifiering.

I tabell 1 redovisas indexserier för priser på *villafastigheter* för permanentboende resp. *fritidsfastigheter* i vissa län. Som basår har valts 1957 och redovisningen är ett försök att sammanbinda prisserier i en tidigare undersökning från byggforskningen (rapport 10/66) med uppgifter från officiell statistik från åren 1965 och 1966.

Län	Prisindex					
	1957	1959	1961	1963	1965	1966
<i>Villafastigheter</i>						
Stockholms	100	108	126	146	175	192
Östergötlands	100	99	109	121	147	159
Västerbottens	100	102	104	110	118	128
<i>Fritidsfastigheter</i>						
Stockholm	100	110	134	166	207	221
Östergötlands	100	101	106	126	158	180
Hallands	100	116	134	165	201	225
<i>Konsumentprisindex</i>	100	106	112	121	131	141

Tabell 1. Indexserier utvisande prisförändringar 1957—1966 för villafastigheter och fritidsfastigheter i vissa län. (Basår 1957).

Sammanställningen visar att den genomsnittliga prisutvecklingen varierar starkt mellan olika län och att priserna på fritidsfastigheter under den angivna perioden haft en högre ökningstakt än priserna på villafastigheter. Jämförelsen med konsumentprisindex — här omräknat till 1957 som basår — ger vid handen att fastighetspriserna i vissa län ökat betydligt snabbare än konsumentvarupriserna i allmänhet, men att motsatsen kan vara fallet inom vissa områden av riket.

Ännu kraftigare variationer i prisutveckling föreligger vid en jämförelse mellan olika kommuner. F n finnes emellertid inte kommunvisa uppgifter för åren 1965 och 1966.

Beträffande prisutvecklingen för *fastigheter i innerstadsområden* må här redovisas några mera långsiktiga undersökningar rörande Nyköping och Gävle. Undersökningarna har i dessa fall genomförts med användning av ett förfarande som har

blivit kallat köpeparsmetoden. Den innebär i korthet att man utnyttjar prisuppgifter för fastigheter som gått i handel flera gånger under analysperioden. Prisutvecklingen har här angivits såsom den årliga procentuella ökningen av fastighetspriserna i genomsnitt för olika femårsperioder. Resultatet framgår av fig 1. Fastighetspriserna har för båda dessa städer ökat i något långsammare takt än konsumentpriserna om man tar hela perioden 1935—1965 i beaktande. För den senaste femårsperioden synes dock priserna för dessa innerstadsfastigheter haft en högre ökningstakt än konsumentpriserna.

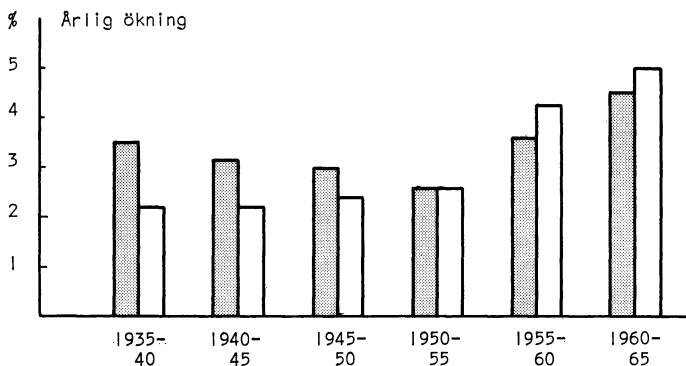


Fig 1. Prisutveckling för fastigheter i innerstadsområden, Nyköping (vänstra stapeln) respektive Gävle (högra stapeln). Årlig procentuell ökning i genomsnitt under femårsperioder beräknad enligt köpeparsmetod.

Den långsiktiga prisutvecklingen kan i viss mån återspeglas i förändringar av taxeringsvärdesnivån. Taxeringsvärden omprövas vid de allmänna fastighetstaxeringarna, som i princip äger rum vart femte år (senast 1965). De åsatta värdena skall ge uttryck för fastigheternas allmänna saluvärde. Även om taxeringsvärdena enligt praxis bestäms till en betydligt lägre nivå, ger taxeringsvärdenas förändring på lång sikt en bild av prisnivåns förändring.

Det taxerade markvärdet uttryckt i kronor per m<sup>2</sup> tomtmark redovisas för skilda taxeringstillfällen i fig 2 och 3 avseende tvärsnitt dels genom Nyköpings innerstad dels inom Märsta

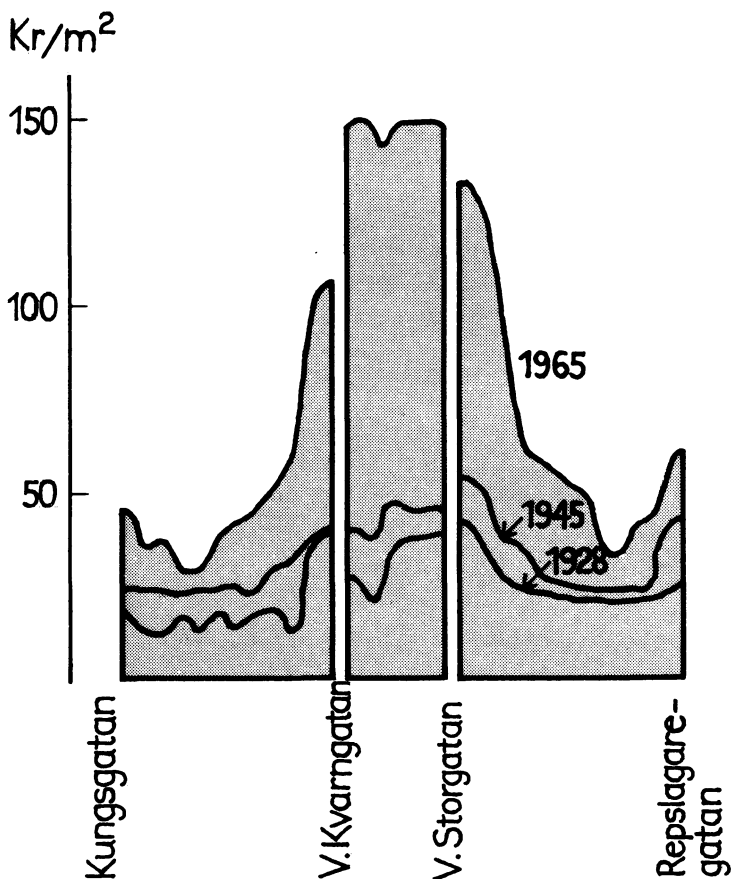


Fig 2. Taxerade markvärden inom ett område i Nyköpings innerstad enligt de allmänna fastighetstaxeringarna 1928, 1945 och 1965.

tätort. I båda fallen har värdena genomgående omräknats till 1965 års penningvärde.

Diagrammen visar inte bara den allmänna taxeringsvärdesförändringen utan även att en markant koncentration av värdena till vissa starkt begränsade områden ägt rum.

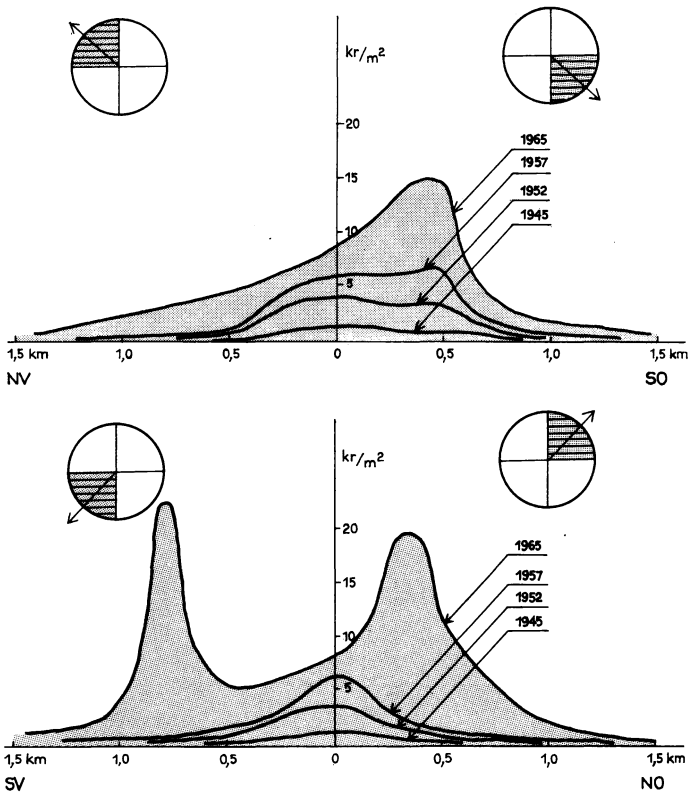


Fig 3. Taxerade markvärden på olika avstånd från Märsta centrum enligt de allmänna fastighetstaxeringarna 1945, 1952, 1957 och 1965. Sektionerna NV-SO respektive SV-NO.

Slutligen ges i fig 4 ett exempel på hur vidtagna planeringsåtgärder i visst fall påverkat fastighetsmarknadens priser. Exemplet är hämtat från en undersökning berörande förutvarande municipalsamhället Lilla Alby i Solna stad. För tiden före framläggandet år 1958 av generalplan rörande markutnyttjandet inom området kan en relativt stabil prisnivå noteras. Några år därefter synes prisnivån snabbt ha höjts till ungefär tre gånger den förutvarande.

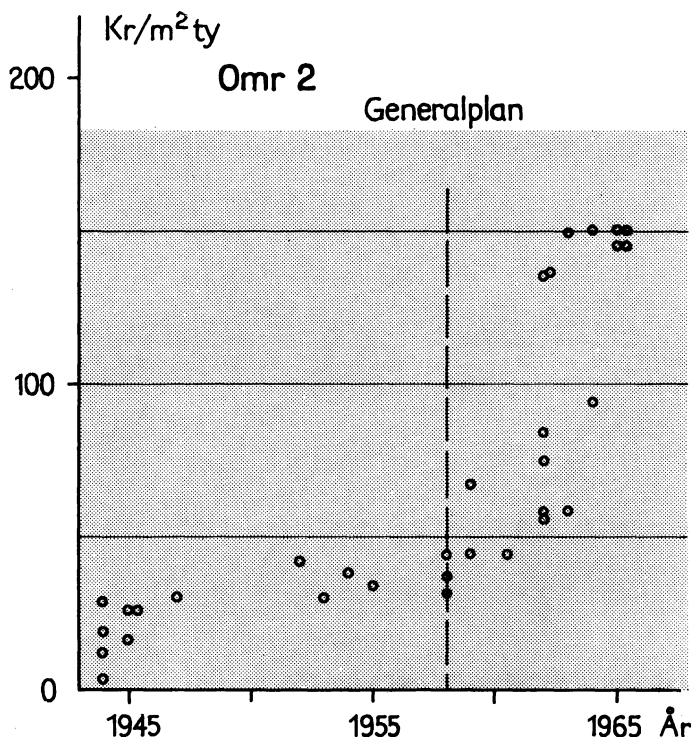


Fig 4. Köpeskillingar, kr/m<sup>2</sup> tomtyta, vid förvärv av fastigheter 1945—1965 inom viss del av Solna stad (företvarande Lilla Alby municipalsamhälle). Generalplan framlagd år 1958.

De exempel på prisutveckling för fastigheter av olika slag och belägna inom olika områden, som här givits, ger ett klart uttryck för den starka splittring beträffande denna utveckling, som råder inom den svenska fastighetsmarknaden.

## LITTERATUR

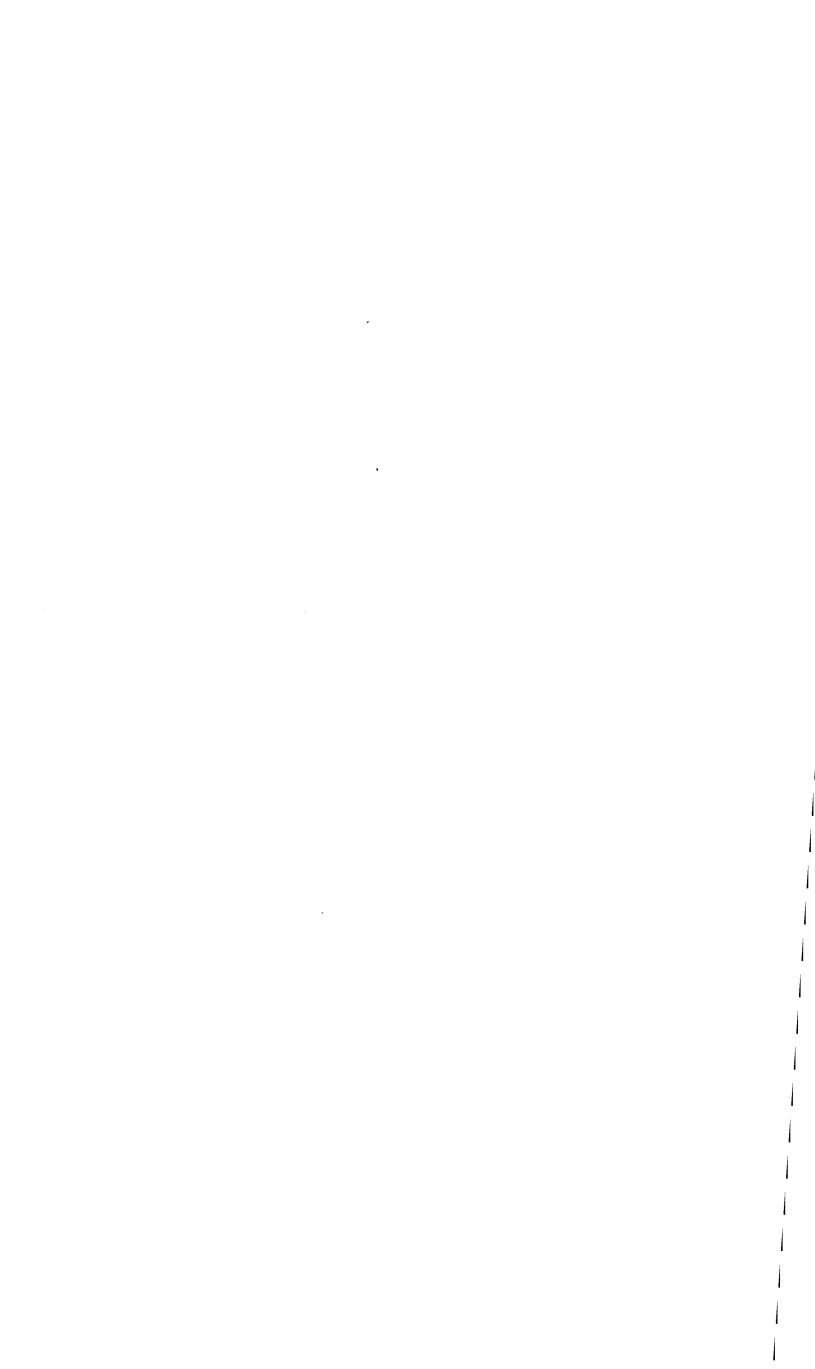
CARLEGRIM, E: *Fastighetsmarknad 1957—1963*. Byggeforskningen, Rapport 10:1966.

m fl: *Fastighetsmarknad i Nyköping 1930—1964*. Bygghorsknings, Rapport 45:1966. (Från denna rapport har fig 2—4 i ovanstående redogörelse hämtats.)

*Fastighetsmarknaden — struktur och omfattning. Artikel i expropriationsteknik, Stockholm 1968* (utg av Svenska Kommunal-Tekniska föreningen). Sid. 47—66.

STATISTISKA CENTRALBYRÅN: *Priserna på bostads- och affärsfastigheter. Serie R.*





## Boendeservice

### DEFINITION AV SERVICE

Boendeservice. Som de flesta modeord visar begreppet *boendeservice* en tendens att vidgas så att det inte längre har ett definerbart och för alla gemensamt innehåll.

Den statliga servicekommittén, vars utredningsarbete jag senare kommer att beröra, har för egen räkning valt följande undergruppering av begreppet:

- barntillsyn
- åldrings-, sjuk- och handikappsservice
- fritidsservice och kulturdistribution
- mathållning
- bostadsvård
- tvätt- och klädvård
- varudistribution och expeditiva tjänster
- trafikplanering för säkerhet och bekvämlighet
- fastighetsskötsel och -underhåll

Dessa rubriker kan tillsammans utgöra en operationell definition av begreppet *boendeservice* och de ger ramen för min framställning.

### MOTIV FÖR SERVICE

Intresset för servicefrågorna är i dag mycket stort och utbrett. Serviceförsörjningen betraktas som ett nyckelproblem i flera aktuella samhällsfrågor:

- när det gäller att skapa en positiv uppväxtmiljö för barnen i de alltmer förtätade bostadsområdena
- när det gäller att ge gamla och handikappade möjlighet att leva självständigt och oberoende

när det gäller att ge könen lika möjligheter på arbetsmarknaden

när det gäller att avlasta de dubbelarbetandes arbetsbörda

när det gäller att skapa meningsfulla gemenskapsformer för alla åldrar och grupper

## DEBATTEN OM SERVICE

När massmedia tar upp en frågeställning på det intensiva sätt som nu börjar bli praxis, får man ibland intrycket att problematiken just upptäckts. Ibland tar man t o m äran åt sig för att ha upptäckt den. Detta gäller också boendeservicefrågan. Den har lanserats hårt, fått sina egna kändisar, sina stående rubriker på familjesidan och blivit en fråga av betydelse i valkampanjerna. Politiker och planerare har skildrats som passiva, ibland negativa, till en förbättrad service. Man har skapat en bild av ett motsatsförhållande mellan konsumentönskemål och verklighet.

Detta är — tyvärr frestas jag säga — inte en sanningsenlig bild. I själva verket har bostadsområdets servicefrågor varit aktuella för stadsbyggnadsteoretiker, planerare och utredare sedan 30-talet. Olika nyanseringar av begreppet har förekommit, olika motiveringar har hävdats, olika tekniska lösningar har föreslagits. Men diskussionen om och oron inför det som byggts och det som *inte* byggts har hela tiden funnits där.

Varför har då så litet förverkligats av teorier, utredningsresultat och mönsterprojekt? Jag har inget verifierbart svar. Men den rimliga orsaken är att konsumenterna inte upplevt servicebehovet lika starkt som behoven inom andra konsumtionsområden, inräknat primära former för trygghetsskapande och social jämlikhet. Det är i varje fall den enda anständiga förklaring jag kan finna till att inte ens bostadskonsumternas egna organ drivit frågorna på allvar. Deras agerande i dag tyder på att förberedelser för omvärdering är på gång.

En av de ivrigaste förespråkarna för de ortodoxa kollektivhus-teorierna sa i radion den 3 september 1968 att frågan kunde lösas slutgiltigt först när "bostadskonsumternas tagit makten i samhället". Jag tror inte problemet är så enkelt ens i teorin. Först måste bostadskonsumerten själv inse sitt behov av service. Vilket enligt min uppfattning är liktydigt med att inse att vårt samhälle behöver och kan erbjuda nya livsformer, för vil-

ka en utbyggd boendeservice är en förutsättning. Först om och när vi bostadskonsumenter blir eniga om detta skapas det faktiska underlaget för ökat politikerintresse och för förverkligandet i planeringen.

## KONSUMENTKRAV PÅ SERVICE

Bygghörsningsinstitutets engagemang i servicefrågan började samtidigt med de första bostadssociologiska studierna. Dessa har med den inre bostaden som utgångspunkt i växande grad sysslat med de boendes användning och bedömning av bostadsområde och bostadskomplement. Institutets undersökning i Örebro 1962 (1) omfattar en ingående analys av aktiviteter och sociala kontakter i det ovanligt välutrustade bostadsområdet Baronbackarna. Undersökningen i Stockholm 1962—63 (2) redovisar bland annat en specialstudie av de förvärsarbetande småbarnsmödrarnas servicebehov. Studien av pensionärens bostads- och serviceförhållanden i fem städer 1963 (3) är koncentrerad till vård-tillsynsfrågorna och deras konsekvenser i bostadsutformningen. Den nyligen publicerade studien av ogifta ungdomars bostadsvanor och bostadsönskemål genomförd 1966 (4) sysslar till mer än hälften med "servicefrågor" enligt den inledande definitionen. I institutets intervjuundersökning i tre Norrlandsstäder 1965 (5) återfinns en rad frågeställningar kring serviceförsörjningen med norrländsk accent. Material av den typ som jag hittills hänvisat till kritiserar ibland för att det inte är utvecklingsfrämjande. Jag skall inte ta upp en motargumentering nu. Men jag vill betona att vi genom dessa studier redovisat ett detaljrikt och nyanserat kunskapsmaterial om de vanor och värderingar som utmärker dagens bostadskonsumenter. Vi har konstaterat ett omfattande och otillfredsställt behov av vård, tillsyn och meningsfull sysselsättning hos barn, vuxna och gamla. Vi har funnit att detta behov är kombinerat med ett klart profilerat boendeideal hos de beslutsfattande vuxna. Detta ideal är den oberoende, självständiga bostaden, inrättad för ett traditionellt patriarkaliskt familjemönster.

Jag upplever denna bristande överensstämmelse mellan behov och bostadsideal som en allvarlig konflikt som vi kartlagt och beskrivit och som samhället måste finna former för att lösa.

Dessa former måste sökas i ett kombinerat och varierat utbud av boendemiljöer som förmår att svara mot skiftningarna och förändringarna i de boendes behov och önskemål, men som *alltid* ger grundförutsättningar för trygghet, gemenskap och jämlikhet.

## NORMER FÖR SERVICE

De bostadssociologiska studierna skildrar de boendes vanor och värderingar mot en bakgrund av deras egen aktuella boendemiljö och livssituation. Dessa lägesbeskrivningar måste kompletteras med generell kunskap om den aktuella planeringens målsättningar, för att vi skall veta något om nytillskottet av boendemiljöer. Institutet har just bidragit med en sådan kartläggning av planeringsnormer. Den är publicerad som en bilaga till servicekommitténs nyligen utgivna betänkande (6). I bilagan redovisas de normer och riktvärden som landets tio största städer just nu tillämpar i sin planering för ett 25-tal servicefunktioner.

Lokala skillnader i befolkningsstruktur och behov kan inte förklara de betydande olikheterna i servicenivån mellan olika orter. Studien speglar den osäkerhet som råder om vad som är optimal standard. Den visar också på ett otvetydigt sätt konsekvenserna av att lämna över ansvaret för viktiga samhällsfunktioner till den lokala beslutsnivån utan att riktvärden, eller metoder för framtagning av sådana, redovisas av berörda centrala myndigheter.

Till servicekommitténs betänkande har institutet också bidragit med en exempelsamling där drygt ett trettioåtal intressanta anläggningar och lösningar av enskilda servicefunktioner, genomförda såväl som planerade, redovisas. Dessa exempel visar framåt på ett hoppgivande sätt. De avser att ge debatten välbehövlig konkretion efter dessa år av spekulationer och teorier. För att normer med kontrollerbar innebörd skall kunna utformas krävs ett underlag i form av metoder för behovsanalys och beräkning av erforderligt utbud under givna betingelser. Institutet har exemplifierat detta problem genom att utarbeta en beräkningsmodell för analys av behovet av barnstugeplatser fram till 1975 (7). Modellen kan utnyttjas av kommunerna för att fastställa platsbehovet vid givna målsättningar och på un-

derlag av befintlig statistik. Liknande beräkningsformler kan konstrueras även för andra servicefunktioner. Vi avser att behandla ytterligare ett par angelägna serviceområden på motsvarande sätt.

## FORTSATT FORSKNING OM SERVICE

Forskningsbehovet inom boendeservicens område är mångfasetterat. De problemområden som aktualiseras är komplexa och kräver forskningsinsatser av "överskärande" typ. Det är således viktigt att forskare från olika discipliner kan inspireras att göra insatser tillsammans. Det är också betydelsefullt att samordning av de fristående forskningsinsatserna kan ske på tidigt stadium i planeringen, men också kontinuerligt under arbetet och inte minst vid publicering av resultaten. Informationsflödet blir annars alltför heterogent och ohanterligt.

En strukturering av forskningsfältet som svarar mot flertalets uppfattning är också värdefull. Institutet har under 1968 ordnat seminarier med deltagande av de forskarlag vi känner till, för att diskutera fram en sådan ram för beskrivningen av forskningsområdet. I det gemensamma mönstret har vi prickat in de enskilda projekten.

I vårt praktiska arbete har vi delat upp forskningsfältet i följande huvudområden:

- funktions- och behovsanalyser
- studier av administrativa (organisatoriska) frågor
- studier av ekonomiska frågor
- studier av bebyggelseplaneringsfrågor

Frågeställningarna hänger så intimt ihop att det snarare är fråga om en tyngdpunktsförläggning än om en avgränsning, när enskilda projekt skall programmeras. Jag tror inte heller att det är meningsfullt att prioritera mellan dessa huvudaspekter. Det gäller att ha alla under arbete.

I de studier som vi nu genomför inom ramen för våra anslag från BFR, kartlägger vi sådana grundläggande samband som man måste känna till för att kunna välja form för serviceutbudet. Vi har samordnat ett antal delstudier till ett utredningskomplex, förlagt till *en* ort, med konkret anknytning till aktuella utbyggnadsprojekt.

Vi vet nu att forskning kring boendeservice inte är en "byggforskningsuppgift" av traditionell art — inte ens sedd i ett perspektiv på 4—5 år. Men genom att kombinera våra erfarenheter från skilda forskningsfält tror vi oss kunna forcera metodproblemen och anvisa nya lösningar.

## LITTERATUR

- 1 KRANTZ, B, *Utomhus i Baronbackarna*, Byggforskningen, Informationsblad 1965:42
- 2 BOALT, C, *Service för småbarnsmödrar*, Byggforskningen, Informationsblad 1965:25
- 3 KARSTEN-CARLSSON, E, *Pensionärshushåll i fem städer:*
  1. *Aktivitet, hjälpbehov, bostadsönskemål*, Byggforskningen, Informationsblad 1965:15
  2. *Användning av bostäder och bostadsområden*, Informationsblad 1966:5
- 4 BERGSTRÖM, U, *Ogifta stadsungdomars bostadsvanor och bostadsönskemål*, Byggforskningen, Rapport 15:1968
- 5 KIMBRÉ, S, *Boendestudier i Kiruna, Lu'eå och Sundsvall*, Byggforskningen, Rapport 14:1968
- 6 *Boendeservice I*, SOU 1968:38
- 7 LÖFSTRÖM, G, *Barntillsyn I. Behov av daghemplatser fram till 1975*, Byggforskningen, Rapport 22:1967; Informationsblad 1967:18
- 8 JUSSIL, I & VESTBRO, D U, *Att bo i kollektivhus*, Byggforskningen, Informationsblad 1964:27
- 9 MÜLLER, H, *Rörelsehindrades stadsmiljö — en studie från Högdalen*, Byggforskningen, Rapport 72:1961  
*len*, Rapport 72:1961
- 10 THIBERG, S, *Non-institutional housing for the elderly*, Byggforskningen, Rapport 5:1967

## ***Kan man mäta människans upplevelse av miljö?***

Det har de senaste åren talats mycket om miljöproblem. En viktig aspekt utgör *upplevandet* av miljön genom syn, hörsel och alla andra sinnen. Man kan givetvis inte mäta dessa sinnesupplevelser — perceptioner — i fysiska mått, t ex centimeter, gram och sekunder. En mätning i dessa fysiska kategorier innebär att man jämför det som skall mätas med en standardlängd, en standardmassa och en standardtid. Efter att från början ha försökt förankra dessa standards i naturgivna mått — jordens omkrets, vattnets tyngd, jordens omloppstid — har man efter hand måst frånga dessa "naturliga ankarfästen", några sådana existerar inte i den fysiska omvärlden utan fysiska standards är numera helt konventionella.

Det ställer sig något annorlunda i den inre värld där våra sinnesupplevelser återfinns. Dessa måste "mätas" i sina egna kategorier, vilket innebär att försökspersoner skall uppskatta dem i förhållande till vissa närmare angivna referenser. Inom vissa enkla sinnesområden finns naturgivna referenspunkter eller "ankarfästen". Inom färgupplevelsens område har man sålunda funnit att varje normaleende person förmår att relatera en godtycklig färgupplevelse till de sex primärfärgerna vitt, svart, gult, rött, blått och grönt. När det gäller upplevelser av miljö är emellertid den totala upplevelsen betydligt mera komplicerad än den enkla färgupplevelsen. Detta gäller även om man tar ut en enda faktor, rumsupplevelsen, ur den totala upplevelsen. Vi finner här inga "naturgivna ankarfästen" utan liksom inom den fysiska omvärlden måste man komma överens om sina godtyckligt valda standards, även om måhända vissa naturgivna dimensioner kan spåras (lika som de naturgivna fysiska dimensionerna längd, massa och tid).

Anledningen till att just rumsupplevelsen tagits upp till när-



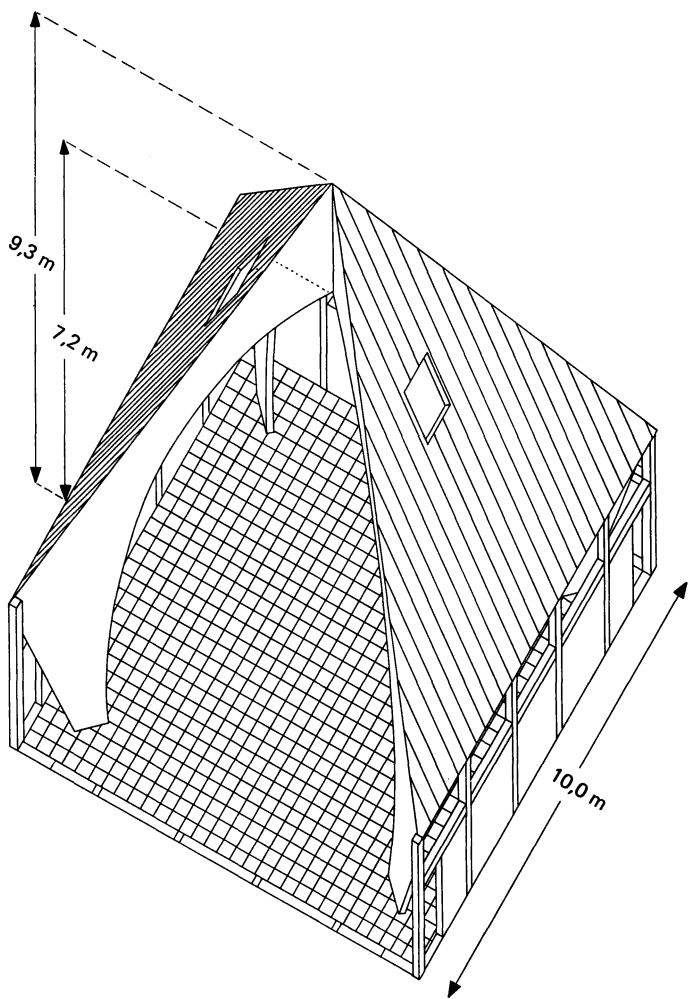
mare skärskådan i den av mig ledda forskningen, är den att rumsupplevelsen — eller upplevelsen av avgränsad rymd som jag föredrar att kalla den — är en av de viktigaste miljöskapande faktorerna; därom synes samstämmig mening råda bland arkitekturteoretikerna.

Den första fråga vi ville få svar på kan formuleras så: Är det överhuvud möjligt att i den totala upplevelsen särskilja rumsupplevelsen som en ingående faktor och skatta intensiteten i denna upplevelse? Den andra frågan är: Kan man finna experimentellt belägg för att man förutom intensitet i upplevelsen kan skatta andra dimensioner, t ex stort-litet, öppet-slutet, klart avgränsat-diffust avgränsat etc? Den tredje frågan kan formuleras så: Erfarenhetsmässigt uppträder olika, enklare sinnesupplevelser som konstituerande faktorer i den komplexa rumsupplevelsen; kan detta experimentellt verifieras?

En experimentserie, företagen i den sk studiokyrkan i Sigtuna — en lokal som genom välvilligt tillmötesgående ställts till förfogande av Sigtunastiftelsens direktor — har gett besked om att rumsupplevelsen och vissa dess dimensioner låter sig skattas och att ljusupplevelsen bidrar till rumsupplevelsen på ett sätt som ävenledes låter sig skattas. Fig 1 visar experimentlokalens mått, fig 2—4 de skärmuppställningar som skapade ett visuellt rum inne i laboratorierummet. Vi ser där hur en strålkastare var placerad, sändande sin strålning skarpt avgränsat inom skärm-rummet. Strålningen varierades i stegen 1 lux-10 lux-100 lux-1.000 lux, vilket gav en approximativt lika förändring i upplevd ljushet. Fig 5 återger medeltalet av skattningarna. Inga direkt praktiska resultat kan emellertid dras av dessa experimentresultat, eftersom hela experimentationen endast var en metodstudie.

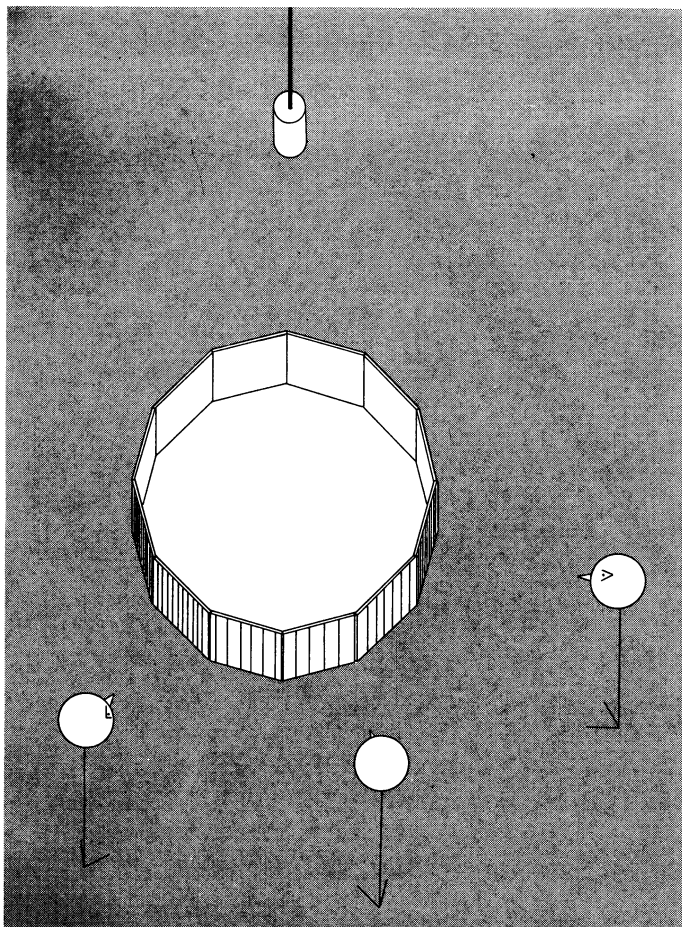
Nästa fråga på vår lista kan formuleras så: Är dessa skattningar av olika "dimensioner" i rumsupplevelsen möjliga att utföra av otränade försökspersoner i fältförsök? Vidare: Kan man arbeta med simulering eller måste man nödvändigtvis placera försökspersonerna i den stadsmiljö man vill studera (vilket skulle ställa sig mycket dyrbart)?

Försöksserier har utförts, för vilka här inte redogöres. Jag nöjer mig med att säga att svaren på dessa frågor kort kan sammanfattas så: Om instruktionen till försökspersonerna är lämpligt avfattad (den "lämpliga avfattningen" får man i viss mån söka sig fram till med trial-and-errormetod), så är det möjligt



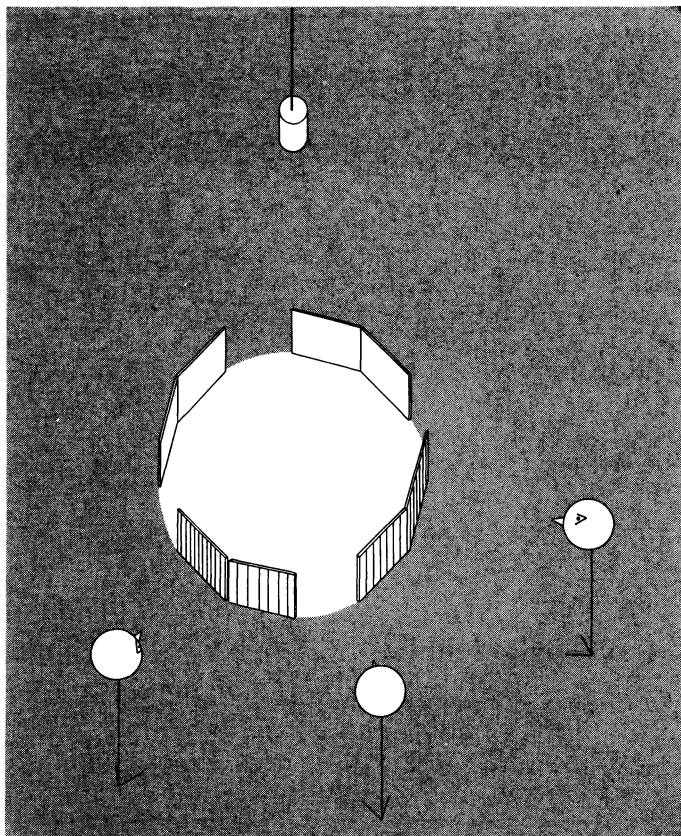
*Fig 1. Axonometrisk ritning av studiokyrkan.*

för dessa att skatta dimensionerna i upplevelsen. Statistisk analys av svaren ger vid handen att försökspersonerna härvid ger i stort sett likalydande svar; det handlar alltså om upplevelseelement, gemensamma för alla (intersubjektiva entiteter). Vidare



*Fig 2. Apparatur för skattningar av innesluten-rymd i ett modellrum med varierande belysningsstyrka och 12 väggar.*

re är det möjligt att begagna färgfotos, projicerade på ski-optikonduk i stället för verklig miljö, om man bara gör klart för sig att försökspersonerna endast kan uttala sig om det rum de ser *framför sig*, inte den avgränsade rymd (det gaturum, torgrum, landskapsrum etc) som i verkligheten skulle *omgivit*



*Fig 3. Apparatur för skattningar av innesluten-rymd i ett modellrum med varierande belysningsstyrka och 8 väggar.*

dem. Det är i själva verket möjligt, understundom lämpligt, att ersätta projicierade färgfotos med tecknade perspektivbilder. Nästa fråga vi velat belysa kan så formuleras: Spelar rumsupplevelsen den avgörande roll för den totala miljöupplevelsen som teoretikerna velat påskina, och hänger graden av trivsel i miljön på något sätt samman med någon speciell karaktär hos rumsupplevelsen? Detta problemkomplex låter sig inte belysas genom att man ställer direkta frågor till försökspersoner-

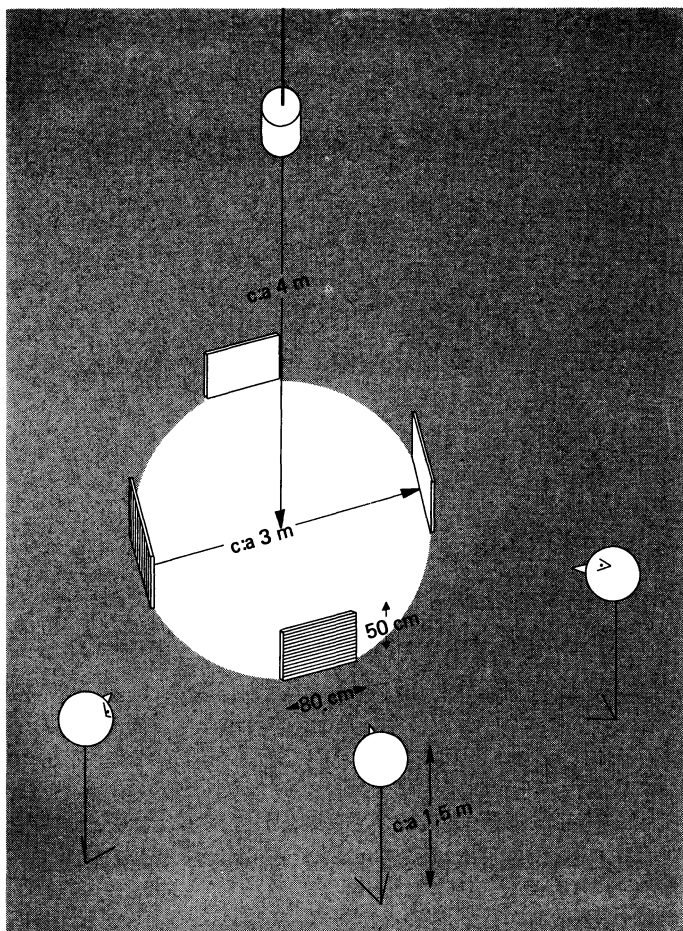


Fig 4. Apparatur för skattningar av innesluten-rymd i ett modellrum med varierande belysningsstyrka och 4 väggar.

na av typen "tycka om" eller "inte tycka om". I stället har vi funnit en lämplig metod i en variant av Osgoods så kallade semantiska differentialskalor, vars princip kan formuleras på följande sätt.

En bild presenteras för försökspersonen som har en lång lista

över ordpar, vilken han fått av försöksledaren. Han ombeds att ange huruvida det ena eller andra ordet i varje ordpar — som utgör varandras motsatser — passar bättre ihop med bilden. Är då ordparen på något sätt känsloladdade, kommer känsloladdningen av bildupplevelsena att återspeglas i valet av ord ur ordparen. Om nu i stället orden är värderingsladdade, kommer valet av ord som passar till bilden att avspejla något om den värdering som försökspersonen ger bilden. Hur metoden fungerar klagöres bäst genom en redogörelse för en experimentserie, och jag väljer då en experimentation som företagits i sommar och som ännu inte på annat sätt rapporterats till byggforskningsrådet.

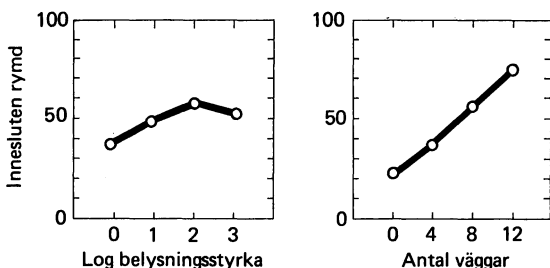
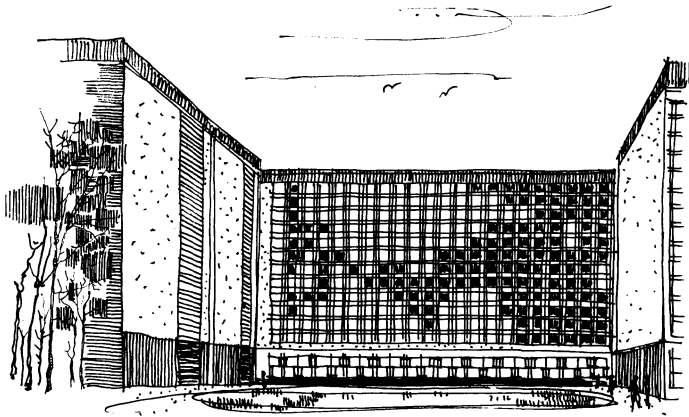
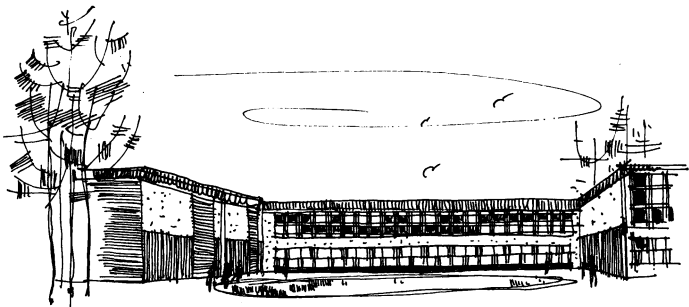


Fig 5. Genomsnittliga skattningar av innesluten-rymd i ett modellrum som en funktion av logaritmen för belyningsstyrkan (*t v*) respektive antalet väggar (*t h*) kring rummet.

80 personer utvaldes slumpvis men på ett sådant sätt att de återspeglade det svenska samhället i vad avser fördelningen på kön och på olika åldersgrupper mellan 20 och 70 år. De fick betrakta perspektivteckningar ur en serie av 12 teckningar, utgörande 6 par, där i varje par de två bilderna uppvisade likhet i alla avseenden utom ett. De sex bildparen illustrerade sålunda följande kontraster ifråga om det avbildade uterumets karaktär: slutet-öppet, lummigt-kalt, högt rum-lågt rum, liten plats-stor plats, grunt-djupt, rakt-rundat. Fig 6—9 återger fyra av de använda bilderna. Bilderna skulle paras samman med ett ord ur vardera av följande ordpar (ordlistan hade



*Fig 6. Högt uterum.*



*Fig 7. Lågt uterum.*



*Fig 8. Stor plats.*

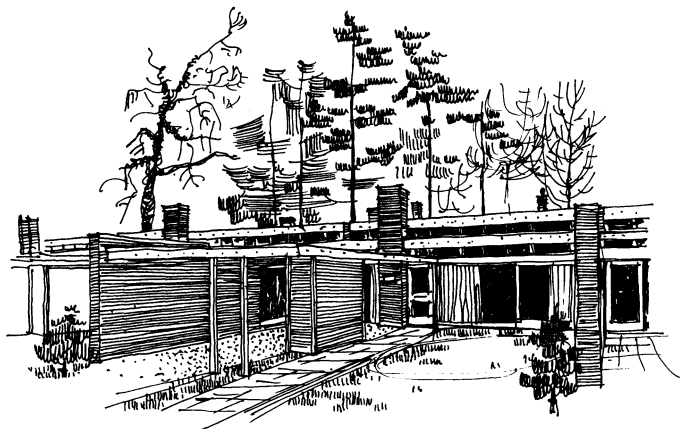


Fig 9. Liten plats.

framkommit genom en speciell metod för vilken här inte redogöres):

obehagligt	behagligt
deprimerande	upplyftande
störande	fridfull
ohälsosam	hälsosam
olämplig	ändamålsenlig
irriterande	avkopplande
simpel	exklusiv
ful	vacker
negativ	positiv
slarvig	ordentlig
onyttig	nyttig
ovårdad	vårdad
tung	lätt
illaluktande	väldoftande
bullrig	tyst
ovänlig	vänlig
smutsig	ren
slentrianmässig	djärv
kall	varm
berör mig icke	engagerande
oroande	lugnande
dämpande	aktiverande
opersonlig	personlig



slö	energifull
kärv	idyllisk
irrationell	rationell
passiv	aktiv
konservativ	radikal
nedslående	stimulerande
felaktig	riktig
otrivsam	trivsam
unken	fräsch
värdelös	värdefull
ointressant	intressant

Orden i ordlistan är ordnade så att positiv värdering står till höger, negativ till vänster.

Ett studium av de "värderingsprofiler" för de olika miljöerna som vi erhållit, är intressant. På fig 10 återfinnes värderingarna av "högt rum" resp "lågt rum". Vi ser där att "lågt rum" genomgående högvärderats, medan "högt rum" nästan genomgående lågvärderats. Detta resultat skall jämföras med det som åskådliggörs i fig 11, där vi ser att både "stor plats" och "liten plats" genomgående högvärderats.

Hur ett experimentresultat sådant som detta skall tolkas är det ännu för tidigt att yttra sig om. Vi anser dock att experiment av den art jag här sökt ge några prov på kan ge värdefulla resultat om de görs i större skala. Vi har därför för avsikt att detta arbetsår genomföra en större experimentserie med bilder av ett femtiotal stadsmiljöer, där försökspersonernas antal skall röra sig om sexhundra, utvalda så att de ger ett representativt genomsnitt av svenska folket.

Vad vi då får reda på är svenska folkets värderingsprofiler för just dessa bilder. Om de i sin tur är valda så att de avspeglar rumsupplevelsens dimensioner, kommer detta — hoppas vi — att ge besked om huruvida medelsvenssons värdering på något sätt är korrelerad med någon särskild karaktär hos uterummet.

Jag vill slutligen tillägga att vad som i sista hand vore angeläget att finna, vore inte endast medelsvenssons aktuella "begär", återgående på det tillfälliga värderingsmönster vi tillägnat oss i vår avkrok av världen, utan framförallt de djupliggande allmänmänskliga *behov* som borde ligga till grund för all projektering av såväl byggnader som samhällen.

De här redovisade experimenten har genomförts med assistans

av psykologer från Stockholms Universitet och sociologer från Statens Institut för Folkhälsan. Sålunda har fil kand Jan Dalqvist och fil kand Tommy Gärling arbetat som mina assistenter, varvid de haft förbindelse med bl a laborator Gunnar

lågt rum

högt rum

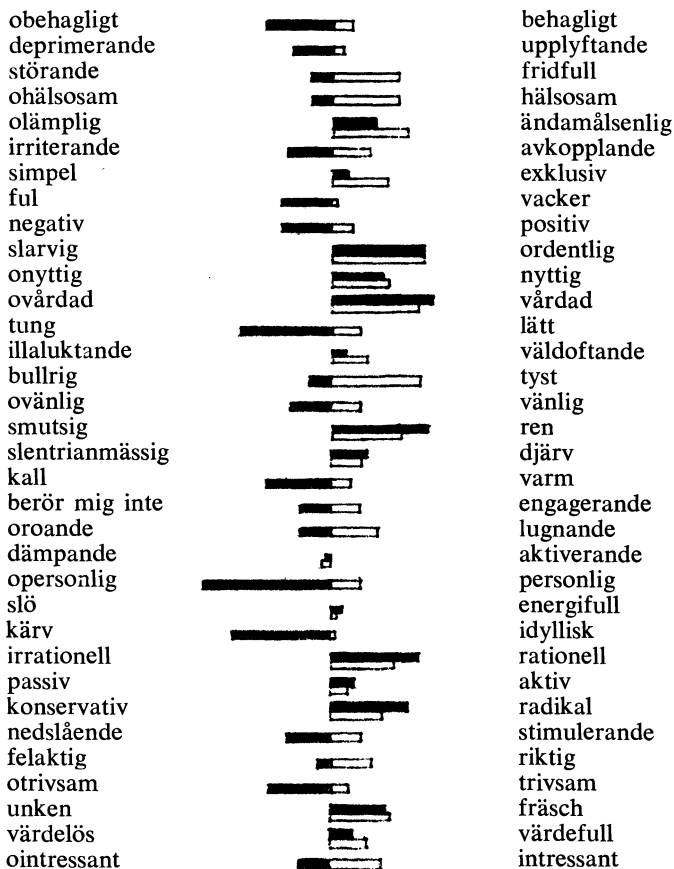


Fig 10. Värderingsprofil av högt och lågt rum, fig 6 och 7.

Goude, liksom fil kand Birgitta Floderus som arbetat under överinseende av fil lic Stefan Sörensen. Arkitektassistent är f n Michal Missuna, tidigare har Tinna de Hollanda och Solveig Schulz varit mig behjälpliga.

liten plats

stor plats



Fig 11. Värderingsprofil av stor och liten uteplats, fig 8 och 9.

## ***Grundvattenproblem i tätorter***

Det sjunkande grundvattenståndet hotar att bli ett allt större problem i våra tätorter. Sänkningen av grundvattenståndet kan orsakas av ett flertal faktorer, exempelvis

- a minskad infiltration genom avledande av vatten från byggnader, gator m m direkt till avloppet,
- b dränering av vatten kring hus och anläggningar,
- c läns hållning under olika byggnadsskeden,
- d bortschaktning eller bortsprängning av tätande kanter så att lokala grundvattensjöar töms,
- e vattenuttag för bl a kylningsändamål där infiltration ej företages,
- f bergrumsanläggningar under grundvattenytan,
- g bergtunnlar för tele, fjärrvärme, avlopp och tunnelbanetrafik,
- h den på vissa håll i landet fortgående landhöjningen.

En sänkning av grundvattenytan orsakad av en eller en kombination av flera av ovan nämnda faktorer kan ge omfattande skador som följd och orsaka stora underhållskostnader.

Rustbäddar av trä kan röta,  
Träpålar kan röta,  
Sättningar i vägar och gator,  
Brott på ledningar av olika slag.  
Ökande belastningar på pålkonstruktioner.

Problemen kring grundvattnet har uppmärksamrats alltmer under senare år. Artiklar i ämnet har skrivits bl a senast av ingenjörerna Lindskog och Bergdahl vid Statens geotekniska institut över grundvattensänkning vid Birger Jarlsgatan i Stockholm. År 1966 tilldelade byggforskningsrådet en forskargrupp

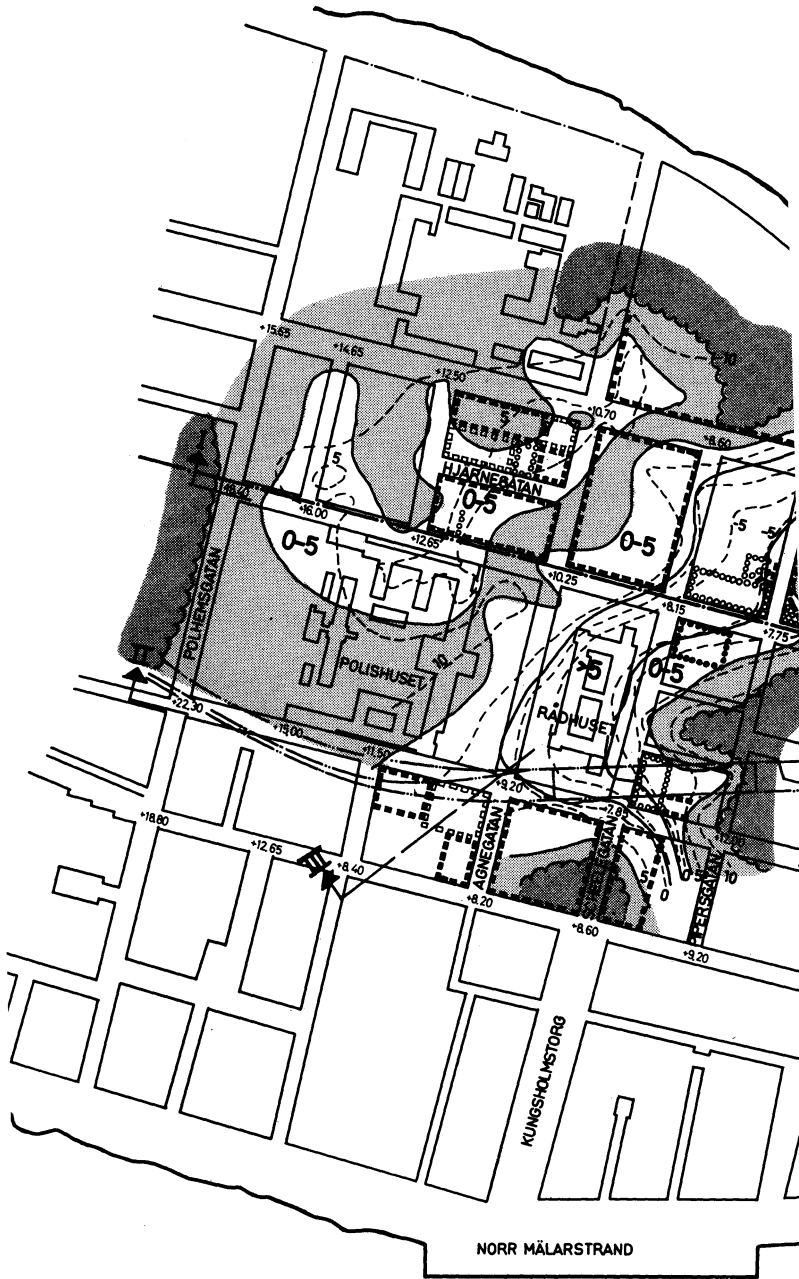
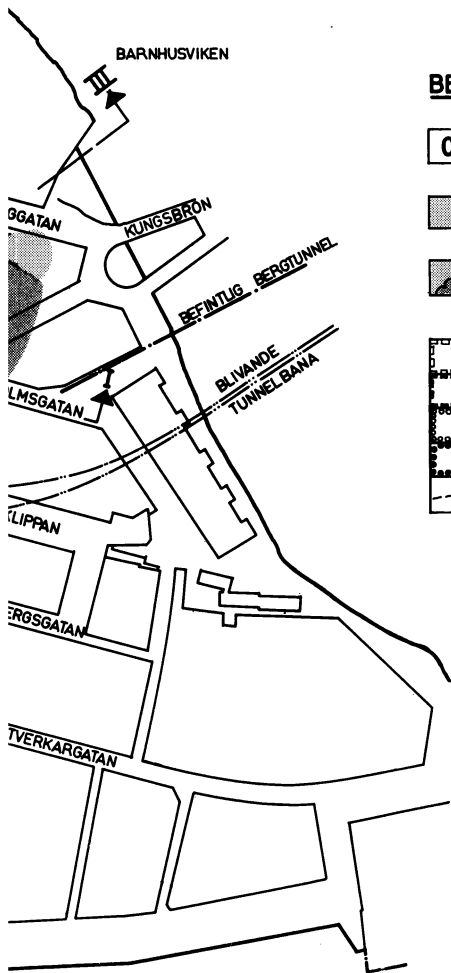


Fig 1



BARNHUSVIKEN

III



## BETECKNINGAR

0-5 AVSER LERANS MÄKTIGHET  
I METER

AVSER BRA MARK  
FRIKTIONSJORD

AVSER BERG I DAGEN

## GRUNDLÄGGNING

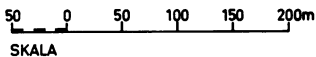
GRUNDMURAR PÅ FAST BOTTEN

GRUNDMURAR PÅ BERG

TRÄPÅLAR

BETONGPÅLAR

BERGNNÄ



med arbetsnamnet STEGA medel för "Byggnadstekniskt inriktade grundvattenundersökningar inom stadsbebyggelse".

En första åtgärd som gruppen vidtog var att undersöka nuläget i svenska tätorter beträffande grundvattenobservationer.

Ett frågeformulär utsändes till 971 tätorter med över 500 invånare och av dessa svarade 793 (81,7 %) vilket tyder på ett mycket stort intresse för frågan. Formuläret omfattade tre huvudgrupper av frågor:

- I Allmänna frågor rörande grundvattenproblem på bygplatser, förekomst av sättningar i husgrunder, gator och ledningar på grund av grundvattensänkning, planer på bebyggelse inom områden där grundvattenproblem kan befaras, kommunala grundvattenuttag inom tätbebyggelse, föroreningar av grundvatten på grund av bebyggelse m m.
- II Frågor angående förekomsten och intensiteten av grundvattenobservationer i samband med byggnadsverksamhet.
- III Frågor angående förekomsten och intensiteten av grundvattenobservationer i samband med kommunala vattentäcker.

Att döma av svaren är olika slag av grundvattenproblem relativt vanligt förekommande även i mindre tätorter. Trots detta är förekomsten av grundvattenobservationer relativt sparsamma. Endast ett sextiotal orter säger sig göra sådana och i endast ett tjugotal orter finns bestämmelser i någon form för grundvattnets behandling.

STEGA studerar för närvarande två platser i Stockholm

*dels* inom östra delen av Kungsholmen mellan Klara sjö och Bergsgatan.

*dels* ett rent landsbygdsområde i Botkyrka som den närmaste 5—10 årsperioden kommer att exploaeras mycket hårt.

Det första området begränsas såväl i norr, öster som väst av i dagen synliga bergmassiv. Mot söder är förekomsten av berg känd genom tillgängliga grundläggningsuppgifter för bostadshusen, jfr fig 1 och 2.

Berggrunden inom området karakteriseras ur bergteknisk synpunkt av en i gnejsberget djupt nedskuren svacka strykande i NO—SV. De genom borrhning lägst kända bergnivåerna

i depressionen varierar mellan -12 och -14. Nuvarande markyta kring Rådhuset ligger ungefär på nivå +7.

Bergytan i den bildade svackan täckes i sin djupaste del av ett ca 1 m mäktigt moränlager (friktionsmaterial), vilket överlagras av ett 5—10 m mäktigt lerlager. Norr om ovanstående

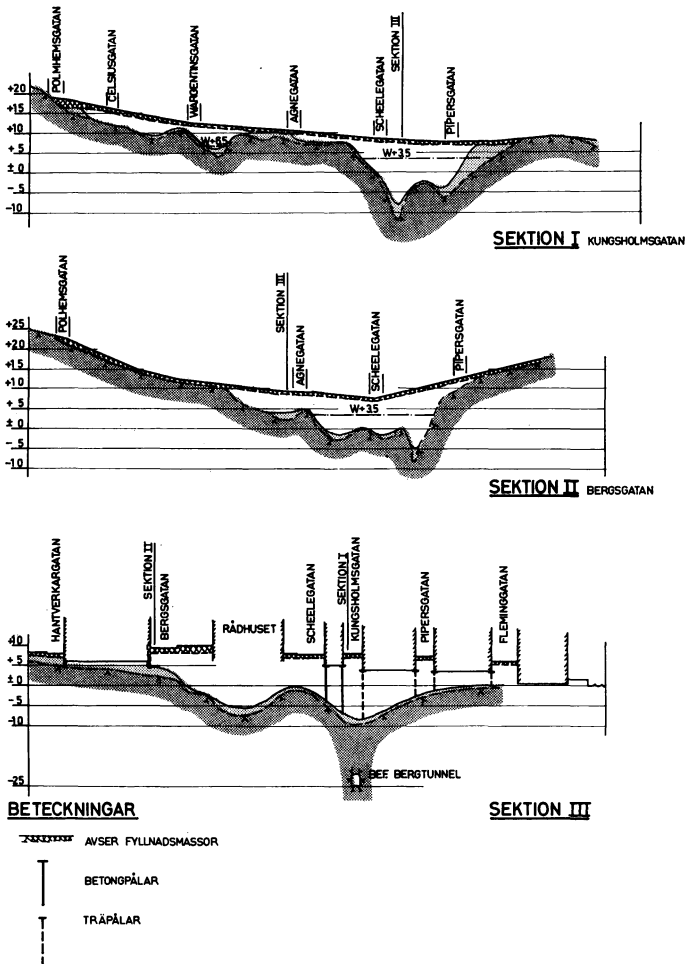


Fig 2



dalbildning förekommer ytterligare en mindre skålformig fördjupning i berggrunden, belägen ungefär mellan Polishuset och Fleminggatan. Markytan inom detta område ligger på nivå ca +10 och de djupaste kända bergnivåerna omkring ca +3. Även i denna depression överlagras bergytan av ett tunt lager (ca 1 m) friktionsmaterial (morän), vilket i sin tur överlagras av lös lera, torrskorpelera och fyllning. Mäktigheten av lerlagret har punktvis visat sig uppgå till ca 10 meter.

Grundvattenytan inom dessa två områden har kontinuerligt kontrollerats sedan 1962.

Inom området mellan Polishuset och Fleminggatan låg grundvattenytan år 1962 på +8,3 m nivå. I februari 1963 hade grundvattenytan sjunkit till ca +5 m men har därefter åter stigit till ca +6,5 m. Grundvattenobservationsrör nedförda i den djupare svackan visar att grundvattenytan sedan mätningarnas början år 1962 varierat mellan +3 och +4 m.

Såväl i samband med utsprängningen av en bergtunnel i Kungsholmsgatans sträckning som i anslutning till grundläggningsarbeten för fastigheten i hörnet av Kungsholmsgatan—Scheelegatan konstaterades i närbelägna kontrollhål tillfälliga grundvattensänkningar av storleksordningen 1 m. Numera har vattenytan i dessa observationshål återtagit den ursprungliga nivån. Lokala sättningar i marken har uppkommit vid Rådhusets nordöstra hörn i samband med spontning och schaktningsarbeten för en kabelbrunn. Att ändringar i grundvattenståndet inom detta lerområde under de gångna åren varit små bekräftas även av en uppgift daterad 24 januari 1900, då grundvattenytan avvägdes i samband med grundläggningsarbeten för fastigheten Bergsgatan 13 (kv Vindruvan) och befanns vid detta tillfälle ligga på nivå +3,8 m (=7,7 m över slusströskel).

De flesta bostadshusen i kvarteren kring Rådhuset är uppförda under åren 1880—1910. Där lermäktigheter har varit större än 6—8 m har befintliga byggnader grundlagts på träpålar. Inom vilka områden sådan pålning förekommer framgår av fig 1. Pålarna är vanligen avskurna 3—4 m under nuvarande gatuplan. Enligt arkivuppgifter ligger t. ex. pålavskärningen på nivå +3,85 m under fastigheten Kungsholmsgatan 22 (i hörnet av Scheelegatan) medan vid grundläggning av fastigheten Pipersgatan 28 (kv Härolden 31) föreligger ett intyg att pålarna är kapade vid +2,75 m nivå. För samliga närbe-

lägna på grundläggningar gäller att pålskallarna ligger i närheten av nuvarande grundvattenyta inom området.

Med hänsyn bl a de bägge lerområdenas begränsade arealer och ringa mäktighet av vattengenomsläppligt friktionsmaterial närmast bergytan är risken mycket stor att grundvattenytan kommer att sjunka i samband med redan beslutad byggnadsverksamhet och därmed äventyra de på träpålar grundlagda fastigheternas bestånd. Detta antagande styrkes bl a av de tillfälliga grundvattensänkningar som konstaterats i samband med ovan beskrivna grundläggningsarbeten i hörnet av Kungsholmsgatan—Scheelegatan och vid sprängningen av bergtunneln (nivå -25 m).

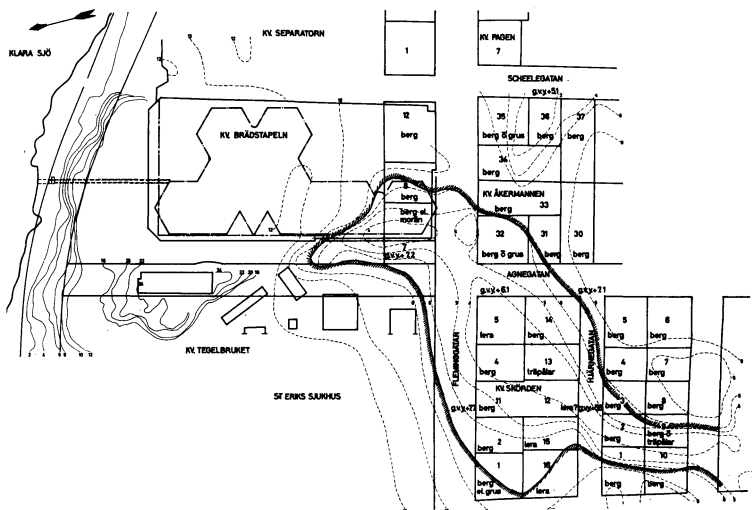


Fig 3

Enligt föreliggande planer kommer Tunnelbana 3 att övertvåra det östliga lerområdet i hörnet av Scheelegatan—Bergsgatan och station Rådhuset kommer att genom trappschakt utförda genom leran få förbindelse med markytan.

Med hänsyn till det ovan sagda har STEGA funnit det vara av stort byggnadstekniskt intresse att kunna följa det fortsatta händelseförloppet. Kontakt har även upprättats med Stockholms Stads Gatukontor för gemensamma diskussioner i hithörande frågor.

Ett intressant problem uppstår när man enligt tillgängliga planer för bebyggelse i kvarteret Brädstapeln bryter igenom berget och öppnar förbindelse mellan grundvattensjön vid Polishuset och Klara sjö fig 3. För att förhindra en tömning av sjön måste man bygga en fångdamm i stället för den del av bergkammen (kraftigt markerad på ritningen) som man spränger bort.

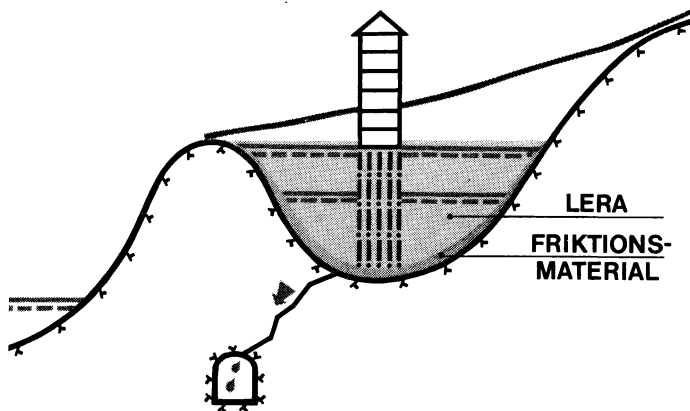


Fig 4

Fig 4 har visats förr i olika sammanhang. Det är tänkt tvärsnitt genom Mälaren (till vänster), Söderbergen och delar av Söder. Marklagren består här överst av fyllningslager samt därunder lera som i sin tur vilar på ett friktionslager. Spränges en tunnel som bilden visar behövs det endast små vattenmängder som läcker ned i tunneln för att grundvattentytan skall sjunka kraftigt med sättningar och pålförstörningar som följd.

Fig 5 och 6 visar ett fall ur praktiken kring Hornsgatan och Södermalmstorg. I kv Ormen Större vid Hornsgatan är gatans plushöjd ca +20,0 och tröpålsavskärningen ca +17,0. Det är då troligt att också grundvattentytan i början av seklet legat på lägst +17,0. Idag ligger den under +14,0. Vad är då orsaken till detta? Ja, vem vet. Som synes på ritningarna genomkorsas området av Södergatan, gamla och nya SJ-tunn-

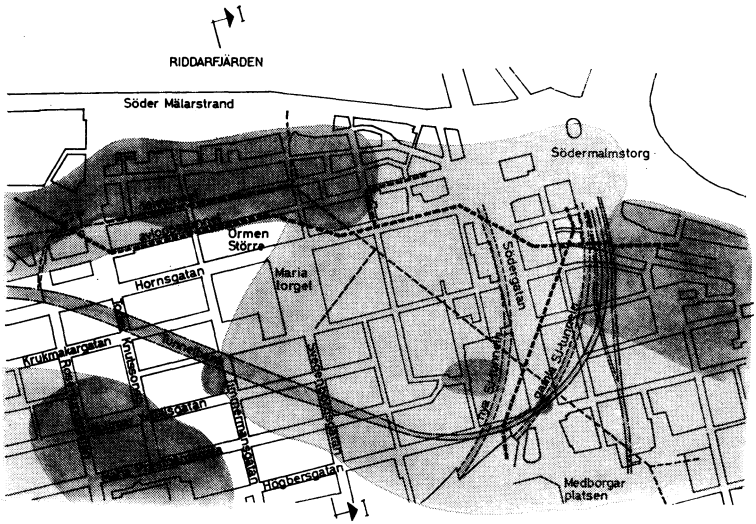


Fig 5

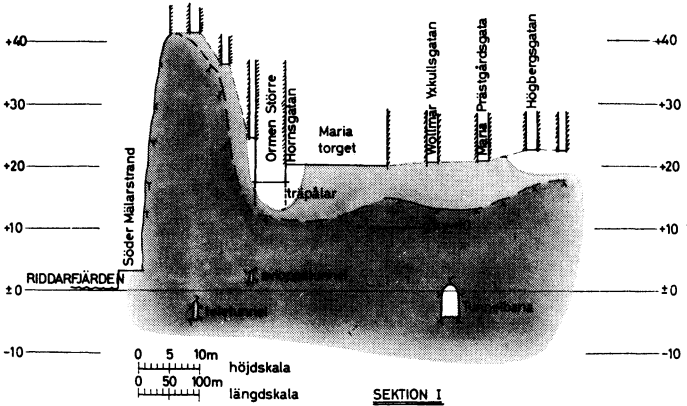


Fig 6

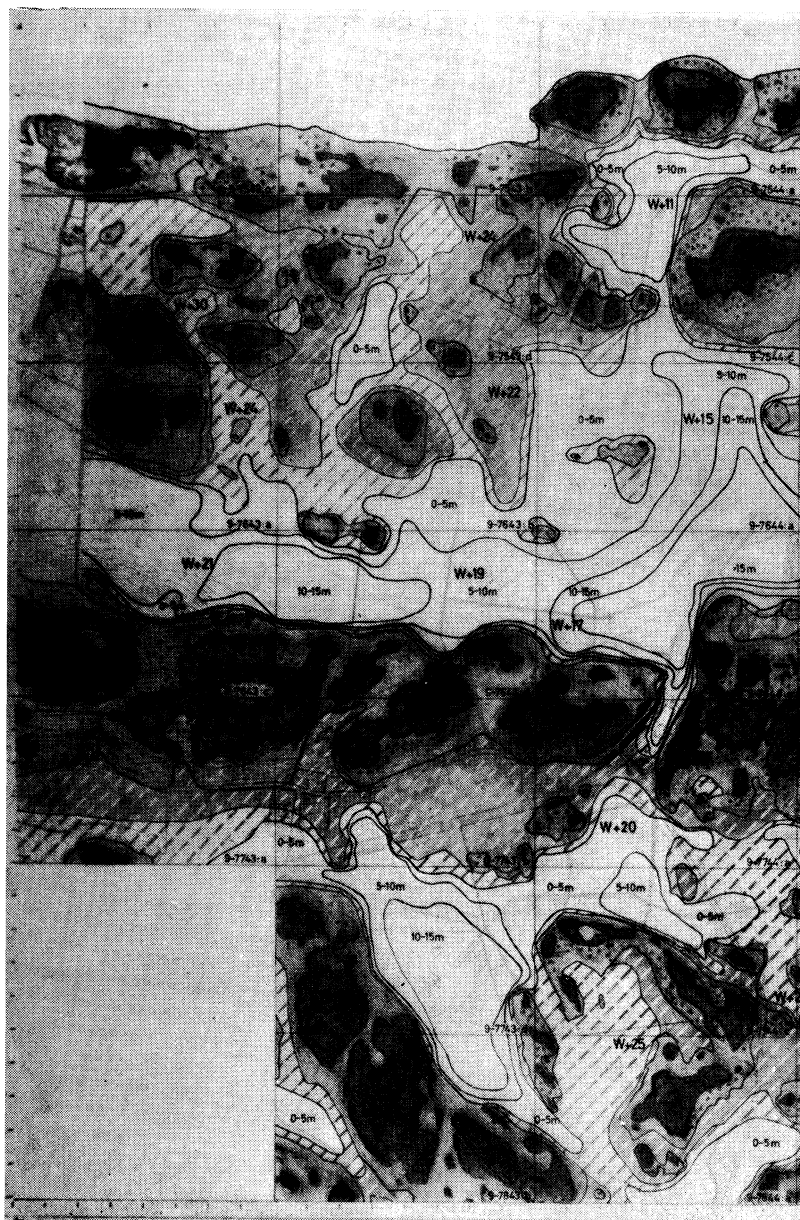


Fig 7. Norra Botkyrka. Byggnadsgeologisk karta.

## YTBETECKNINGAR ÖVER MARKBESKAFFENHET

	<b>B</b>	KALA BERGHALLAR ELLER HALL- OMRÅDEN MED MINRE ÄN 1 METERS JORDTÄCKE
	<b>Fr</b>	FRUKTIONS-MATERIAL MORÄN, GRUS, SAND EL GRÖV MOGOD BÄRIGHET FOGA SÄTTNINGSBENÄGET
	<b>FrKo</b>	HUVUDSÄKLIKEN FRUKTIONSMA- TERIAL MED TUNNA KOHESIONS- LERLAGER, MERENDELS ÖVER- LAGRAD AV TORRSKORPELERA (L <sub>1</sub> ) TILL ÅTEN MARKPÅKÄNNING UNDER TORRSKORPELERAANV- 2 KG/CM <sup>2</sup> SMÅ SÄTTNINGAR MA- TERIALET ÄR FLYTNINGSBENÄ- GET UNDER VATTEN
	<b>KoFr</b>	HUVUDSÄKLIKEN KOHESIONSMA- TERIAL, MED INSLAG AV FRUK- TIONSMATERIAL, ÖVERLAGRAD AV TORRSKORPELERA. LITEN BÄRIGHET SÄTTNINGSBENÄGET DE FINNORHGA FRUKTIONSMA- TERIALEN ÄR FLYTNINGSBENÄ- GET UNDER VATTEN
	<b>Ko</b>	KOHESIONSMATERIAL-LERIG 5-10m LERLAGRETS MÅTTORNET STORA DELAR ÖVERLAGRAD AV TORRSKORPELERA. STOR BÄR- HET RISK FÖR STORA SÄTT- NINGAR
	<b>5-10m</b>	BLOCKIG MORÄN FÖREKOMMER I Fr

### HÄNVISNINGAR

FÖRESKRIFTSRITNING MED RITNING-  
FÖRTECKNING OCH BETECKNINGAR  
9-7008

### ANMÄRKNINGAR

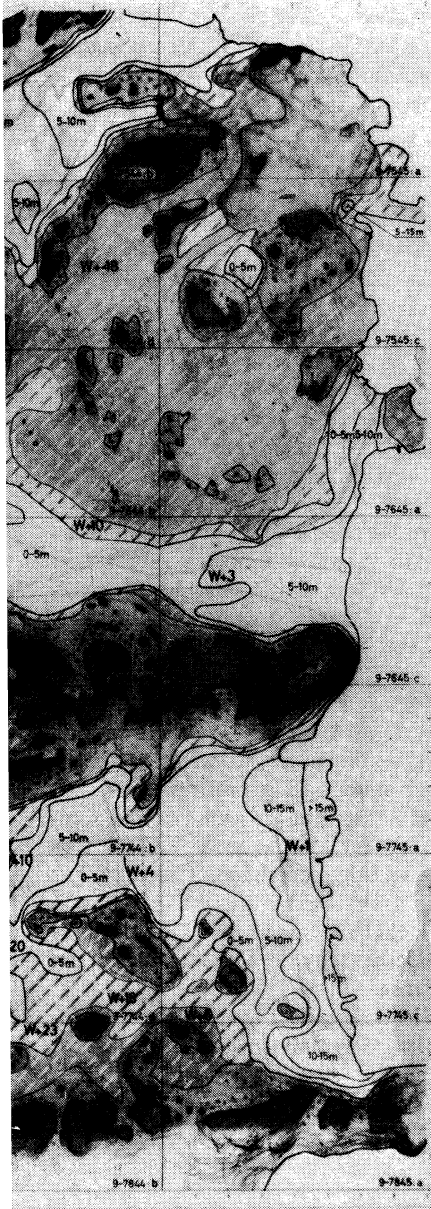
9-7644 a | RITNINGSNUMMER PÅ RITNING  
I SKALA 1:1000, MED REDOVIS-  
NING AV HITILLS UTFÖRDA  
MARKUNDERSÖKNINGAR

100 0 100 200 300 400 500m

SVEN TYRÉN AR

NORRA BOTKYRKA  
BYGGNADSGEOLOGISK  
KARTA

3785 9-7002



lar, tunnelbanor åt söder och väster, avloppstunnlar och tele-tunnlar. Det troliga är väl att alla dessa byggen hjälper till att sänka grundvattenytan.

Botkyrkaområdet, som för närvarande utgöres av ren landsbygd, kommer den närmaste 5—10 årsperioden att exploateras mycket hårt.

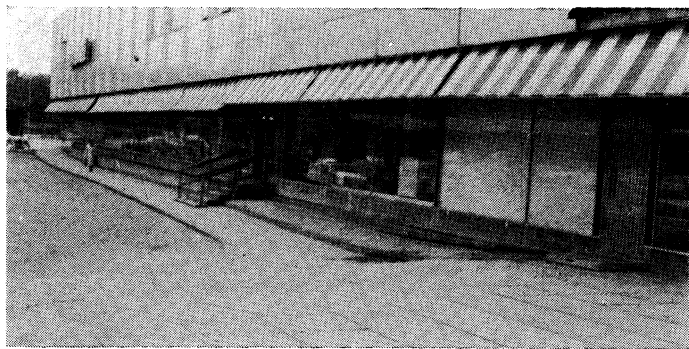
Avsikten med STEGA-gruppens undersökningar inom detta område är att med utgångspunkt från de nu rådande naturliga förhållandena följa urbaniseringens inverkan på grundvattenförhållandena.

Undersökningarna har påbörjats förra sommaren och har omfattat en kartläggning av de geohydrologiska undersökningar som utförts på olika håll, och som är av direkt intresse för STEGA:s syftsmål. Vidare har sedan början av förra sommaren kontinuerliga observationer av grundvattenstånd skett i de observationsrör som redan finns inom området. Även vattenprover har tagits för kemisk analys, dels grundvattenprover, dels ytvattenprover från de mindre vattendrag som genomkorsar undersökningsområdet. Analyserna har utförts med avsikt att kunna kartlägga vattnets rörelser, dels i sitt naturliga tillstånd, dels i samband med de propumpningar som företages inom området. STEGA har vid sina undersökningar hakat på den verksamhet som bedrivs inom området genom olika exploatörers och konsulterers försorg. Fig 7.

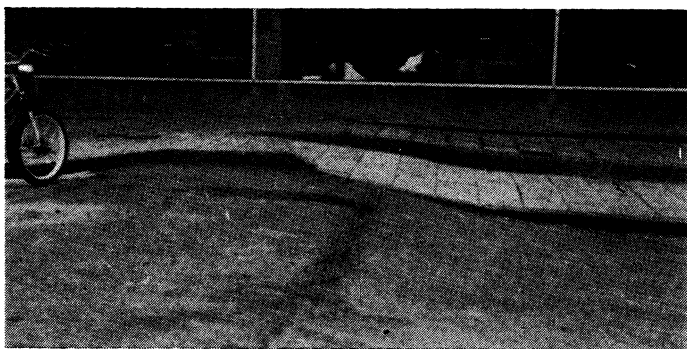
Erfarenhetsmässigt vet man att urbanisering av ytterområden medför större eller mindre sänkningar av grundvattenytan.

Under uppbyggnaden kämpar man med grundvattnet för att några år efter färdigställandet konstatera att grundvattnet sjunkit flera meter och att man då får kämpa med skadade ledningar och gator i sättningskänsliga områden. Området har idag lokala grundvattensjöar från +30,0 till c:a +3,0 och det torde vara omöjligt att bibehålla dessa nivåer. Förslag finns att i förväg sänka nuvarande vattenytor för att därigenom minska exploateringskostnaderna.

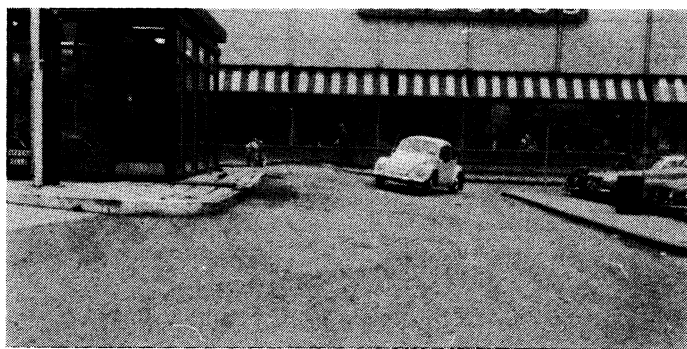
STEGA ser som framtidsmål utarbetandet av rekommendationer för hur grundvattenproblemen lämpligen bör tacklas så att man kanske kan slippa se skador som följande bilder visar, fig 8, 9 och 10.



*Fig 8*



*Fig 9*



*Fig 10*





*Professor BO ADAMSON  
Tekniska Högskolan i Lund*

## ***Bättre och billigare småhusgrunder***

Småhusgrundläggning har under de senaste två decennierna varit föremål för stor uppmärksamhet. Det började omedelbart efter kriget då studieresor till USA födde intresse för källarlös grundläggning. Denna var motiverad av att användningen av utrymmen i källare inte motsvarade kostnader för densamma utan kunde billigare förläggas i markytan. De importerade konstruktionerna tillämpades ibland okritiskt och många skador blev följden. I slutet av 50-talet gjorde dåvarande Statens nämnd för byggnadsforskning en insats som resulterade i Hans Ericssons skrift om källarlös grundläggning samt några småskrifter. Dessa var till stor hjälp för småhusbyggarna. Nästa forskningssteg togs när rådet tillsatte en kommitté för utredning av forskningsbehov i samband med småhusgrundläggning vilket resulterade i en programskrift 1964. Denna skrift ligger delvis till grund för det forskningsarbete som idag bedrivs med anslag från rådet. Som framhölls i programskriften är problem rörande småhusgrundläggning *de's* av mera principiell teknisk karaktär rörande t ex markens bärighet, konstruktionens hållfasthet, värmeisolering och fuktisolering, *dels* av konstruktionsbunden karaktär t ex utförande av "platta på mark", kryprumsgrundläggning och källargrundläggning. Båda problemtyperna kräver forskning och denna forskning sker idag med stor bredd och på nordisk bas. Tanken är att om några år utge en handbok om småhusgrundläggning där man kan finna såväl kapitel av principiellt slag som kapitel om olika slags konstruktioner. Handboken bör också innehålla erfarenheter från arbetsplatser samt ekonomiska synpunkter. För alla praktiskt verksamma är det viktigt att få ritningar och beskrivningar över våra vanligaste grundläggningsätt med förklaringar rörande de olika momenten i konstruktion och utfö-

rande. Dessutom behöver man upplysningar om under vilka förhållanden grundläggningssättet i fråga är lämpligast att använda. Härigenom skulle man i handboken arbeta in den typ av småskrifter som hittills utgetts på detta område av BFR men som varit alltför kortfattade beträffande förklaringar. För att utvecklingen skall gå framåt måste man söka efter nya, enklare och billigare konstruktioner. Härför krävs en insikt i de principiella tekniska sammanhangen och jag tror att forskning rörande dessa problem är synnerligen givande ur ekonomisk synpunkt. I handboken vill vi därför ge ett grundläggande kunskapsmaterial och på så sätt ge underlaget för nya lösningar. Vi hoppas kunna göra en bok som både byggaren och konsulten har glädje och nytta av. Till en början blir det sannolikt olika avsnitt i boken som intresserar men efter hand hoppas vi att hela boken kan vara till glädje för alla. Det forskningsarbete som idag pågår skall bli underlaget för en sådan handbok som naturligtvis kommer att få flera författare. Sålunda arbetar ett forskarteam under ledning av docent Ingemar Höglund och tekn lic Arne Elmroth med källargrundläggning resp kryprumsgrundläggning, ingenjör Sven-Erik Bjerking med produktions- och ekonomiproblem osv. Jag skall här begränsa mig till de forskningar som pågår vid Tekniska Högskolan i Lund.

## VÄRMETRANSPORT I MARK INVID BYGGNADER.

Ett intimt samarbete mellan ämnena matematisk fysik och byggnadskonstruktionslära har resulterat i ett licentiatarbete och ett flertal examensarbeten rörande värmetransport i mark intill byggnader. Detta problem är matematiskt komplicerat eftersom man måste räkna med tjälbildning (frysning) i markytan under vintern. Dessutom är problemen tredimensionella vilket i hög grad komplicerar beräkningarna. Arbetet har hittills mest avsett grundläggning med "platta på mark" men kommer att fortsätta med kryprums- och källaregrundläggning. Beräkningarna utförs på datamaskin. Med hjälp av utförda beräkningar har det varit möjligt att ge ett teoretiskt underlag för reduktion av "grundläggningsdjup med hänsyn till tjäle" i den nya svenska byggnormen SBN 67. I fig 1 visas några temperaturkurvor (isotermer) vid hushörn.

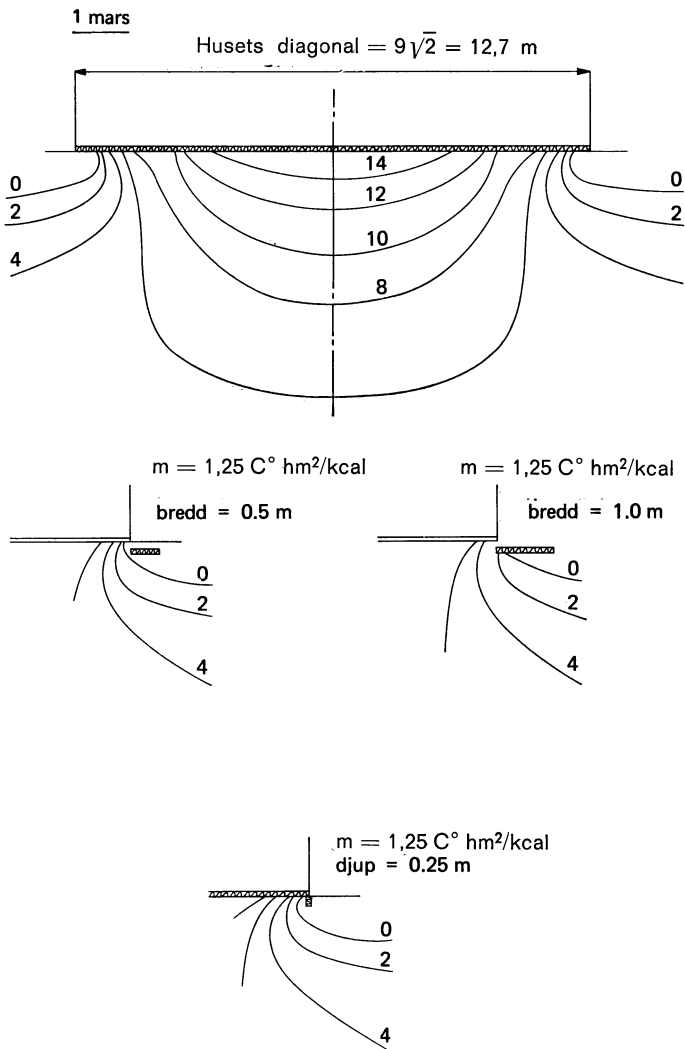


Fig 1. Temperaturkurvor (isotermer) vid hushörn.

## HÅLLFASTHETSBERÄKNINGAR. AV "PLATTA PÅ MARK"

Grundläggning av småhus sker ofta på mark med dålig bäring. Hållfasthetsproblemen kommer då i förgrunden. För närvarande studeras problemet matematiskt med utgångspunkt från olika teorier rörande markens deformation. Det är vår förhoppning att ett samarbete med geotekniker skall resultera i försök. Vi vill gärna finna godtagbara beräkningsmetoder som gör det möjligt för oss att räkna igenom ett stort antal typfall som sedan kan införas i den nämnda handboken.

## VÄRME- OCH FUKTISOLERING AV "PLATTA PÅ MARK"

Man har tidigare oftast utfört grundkonstruktionen skiktad och där varje skikt fyller en viss funktion t ex ett lager för bärning = en betongplatta ofta kompletterad med ett trägolv på träreglar som vilar på plattan, ett lager av värmeisolerande material och ett eller flera lager, förhindrande att markfukt tränger upp och husets fukt tränger ned i konstruktionen —

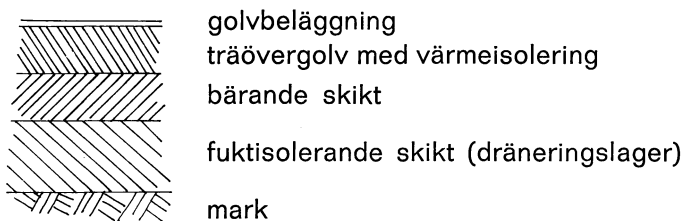


Fig 2

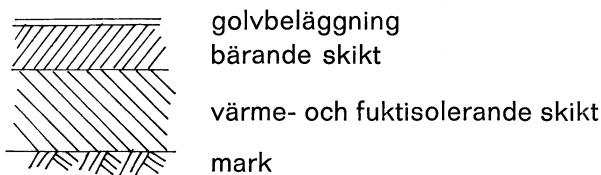


Fig 3

fig 2. De försök som pågår syftar att kombinera flera funktioner i ett lager. Studierna är principiella men redan nu kan man förutskicka att en kombination av värme- och markfuktisolering är möjlig vid riktigt materialval, dvs en konstruktion enligt fig 3. Vi studerar fuktförhållandena i sådana skikt vid temperaturgradient för att se om man med tiden kan få en uttorkning nedåt av hela konstruktionen. Kostnadsbesparingar som eventuellt skulle erhållas med ett sådant konstruktionssätt är svåra att förutskicka men det skulle förvåna om de inte överskrider 1000:— per hus, vilket vid ca 5000 hus per år, innebär ca 5 miljoner kronor. Det är kanske inte dessa pengar som man skall "stirra sig blind på". Jag vill i stället påpeka att det är den tekniska förståelsen av problemen och fastställandet av de grundläggande orsakssammanhangen, som kan föda nya tankar hos våra tekniker och resultera i nya konstruktionsförslag.

Forskningen rörande småhusgrundläggning sker i intimt samarbete med de nordiska grannländerna och årliga symposium med åtföljande planering av det fortsatta arbetet utgör en garanti för att vi i Norden arbetar rationellt inom detta område.



## ***Elementbyggeri – forskningsbehov***

Elementbyggeriet har ofta framställts som i det närmaste synonymt med byggandets industrialisering. Även om detta är en överdrift spelar monteringsbyggeriet idag en central roll i strävanden att utan fördyring öka produktivitet och kvalitet. Den kraftiga satsning som nu skett, anses leda till att antalet elementbyggda bostäder i flerfamiljshus som under stora delar av sextioalet legat vid ca 3.000 per år vid sjuttioalets början kommer att röra sig om 25 à 30 tusen. Den procentuella andel elementbyggeriet då får i bostadsproduktionen överträffas redan av detta byggnadssetts tillämpning inom industribyggnadssektorn.

I och med att framställningen av byggnadsdelar förflyttas från byggplatsen till fabriken blir husets utformning beroende av industrialiseringens krav på tillverkningens samordning, arbetsprocessernas upprepning och produkternas vidareutveckling. Dessa av M Jacobsson återgivna huvudaspekter på ett progressivt byggeri har framtvingat ett nytänkande beträffande över hela byggnadsområdet fördelade problem. Samhälls- och byggnadsplanering, projekterings och byggandets organisation, materialval och konstruktiv utformning, inredningar och installationer påverkas alla av det nya produktions sättet.

### **UTREDNING OM ELEMENTFORSKNINGSGRUPP**

Övergången till elementbyggeri har inneburit införande av nya material, nya metoder och nya organisationsformer. Möjligheterna att utnyttja praktiska erfarenheter har blivit alltmer begränsade och forskningen därmed allt viktigare som led i utvecklingen. Övertygelsen härom föranledde byggforskningsrådet att för ett par år sedan initiera en utredning om förutsättningarna för bildande av en forskningsgrupp för elementbygge-



ri vid CTH. Denna utredning har i det närmaste genomförts. Den diskuterar formerna för val av forskningsuppgifter och samarbete över ämnes- och institutionsgränser samt kontaktvägarna till industrin. Enligt önskemål från rådet har emellertid också forskningsområdet kartlagts. Den arbetsgrupp som genomfört utredningen har också pekat på ett antal frågekomplex som ansetts finna vara av speciell betydelse för elementbyggeriets utveckling.

## ÖVERSIKT AV FORSKNINGSSOMRÅDET

Vid sin kartläggning av forskningsområdet har arbetsgruppen disponerat materialet under sex huvudavdelningar, tablå 1, Byggnadsutformning, Projekteringsmetodik, Produktion, Byggnadsfunktion, Byggnadsteknisk funktion och Elementbyggeriets materialfrågor. Den första avdelningen berör projekterings allmänna bakgrund och innehåll och omfattar såväl allmänna inventeringar och analyser som utformning av husgrupper, byggnadskroppar och byggnadsdelar under hänsynstagande till produktions- och funktionskrav. De följande två avdelningarna sammanför frågor beträffande metodiken vid projektering och produktion, de två därefter följande studier av den färdiga byggnadens funktion med hänsyn till kraven på utnyttjande, bärighet, klimatskydd och beständighet. Den sista avdelningen behandlar sådana materialfrågor som bedömts vara av särskild betydelse för elementbyggeriets utveckling.

### TABLÅ 1. ÖVERSIKT AV FORSKNINGSSOMRÅDET

1. BYGGNADSUTFORMNING
  - 1.1 *Kartläggning av elementbyggandet*
  - 1.2 *Totalekonomi*
  - 1.3 *Byggnadsgruppering*
  - 1.4 *Markbehandling och grundläggning*
  - 1.5 *Stommar*
  - 1.6 *Stomkompletteringar och inredningar*
  - 1.7 *Installationer*
2. PROJEKTERINGSMETODIK
  - 2.1 *Organisation och ekonomi*
  - 2.2 *Måttstandard*

- 2.3 *Toleransfrågor*
- 2.4 *Redovisningsteknik*
- 3. **PRODUKTION**
  - 3.1 *Allmän produktionsekonomi*
  - 3.2 *Elementtillverkning*
  - 3.3 *Externa transporter*
  - 3.4 *Arbeten på byggnadsplatsen*
- 4. **BYGGNADSFUNKTION**
  - 4.1 *Planfunktion*
  - 4.2 *Inomhusklimat*
  - 4.3 *Varaktighet och underhåll*
- 5. **BYGGNADSTEKNISK FUNKTION**
  - 5.1 *Hållfasthet och deformationer*
  - 5.2 *Stabilitet*
  - 5.3 *Ljudisolering*
  - 5.4 *Temperatur-, fukt- och vindeffekter*
  - 5.5 *Brandskyddsegenskaper*
- 6. **ELEMENTBYGGERIETS MATERIALFRÅGOR**
  - 6.1 *Betong och lättballastbetong*
  - 6.2 *Gasbetong*
  - 6.3 *Tegel- och stenmaterial*
  - 6.4 *Stål och andra metaller*
  - 6.5 *Trä och träprodukter*
  - 6.6 *Plastmaterial*
  - 6.7 *Nya material och materialkombinationer*
  - 6.8 *Kontroll- och provningsmetoder*

På huvudavdelningarna och deras underrubriker har arbetsgruppen fördelat ett större antal forsknings- och utvecklingsuppgifter. Dessa varierar med hänsyn till konkretion och omfattning. I stort sett har uppgifterna tillhörande första avdelningen en mera allmän eller syntetiserande karaktär medan frågorna inom övriga avdelningar blivit mera specificerade och analyserande. På så sätt har det blivit möjligt att i viss mån uppdelat problemen i anslutning till den varierande inriktningen hos de olika institutioner och företag som kan tänkas vara intresserade av att göra insatser.

Översikten bygger på material samlat under litteraturstudier, konferensdeltagande, enkäter och sammanträffanden med specialister inom olika delar av det omfattande forskningsområdet. Arbetsgruppen har också haft fördelen av att kunna tillgo-

dogöra sig resultatet av ett par diskussioner som ordnats i Göteborg med representanter för myndigheter, byggare, elementtillverkare och forskare.

## ANGELÄGNA FORSKNINGSUPPGIFTER

Problemet att bland alla i översikten samlade uppgifter välja ut sådana vars lösning är av särskilt hög angelägenhetsgrad har måst lösas utifrån tämligen subjektiva utgångspunkter. Det har befunnits möjligt att hänföra ett antal viktiga problem till endera av tre huvudområden inom elementbyggeriet, nämligen, Byggnadsplanering, Konstruktion och Produktion, tablå 2. Inom första området har särskild vikt ansetts böra läggas vid samordningen av funktions- och produktionskrav vid stom- och elementutformning samt vid standardisering av elementmått. Vidare har projekteringsmetodiken befunnits böra uppmärksammas med hänsyn till de speciella krav som elementbyggeriet ställer beträffande redovisningsteknik och ekonomiska avgöranden.

### TABLÅ 2. FORSKNINGSPROBLEM AV HÖG ANGELÄGENHETSGRAD

#### BYGGNADSPLANERING

1. *Samordning av funktions- och produktionskrav*
2. *Standardiseringsfrågor för stommar*
3. *Ekonomiska analyser i projekteringsstadiet*
4. *Redovisningsteknik för elementbyggda projekt*

#### KONSTRUKTION

5. *Stommars sidostyvhet*
6. *Hållfasthetsproblem vid fogar och förbindningar i betongstommar*
7. *Utveckling av volymelement*
8. *Viktbesparande utformning av ytbärande betongelement*
9. *Utveckling och typisering av stålelement*
10. *Träelement, särskilt i flervåningsbyggnader*
11. *Utveckling av plastelement*

12. *Elementbyggda fasader, särskilt fogproblem*
13. *Elementbyggda mellanväggar*
14. *Anslutning av installationer till stommen*

## PRODUKTION

15. *Produktionsplanering vid elementbyggeri*
16. *Material och metoder för elementtillverkning*
17. *Montering och fogning av element*

Andra området innefattar en stor mängd specialproblem beträffande egenskaper hos stommar och element men även beträffande vissa frågor i samband med produktutvecklingen. Det tredje området domineras av problematiken kring elementfabrikernas lokalisering, utformning och dimensionering, elementproduktionens effektivisering samt frågor beträffande elementtransport och monteringsprecision.

Var och en av de uppräknade 17 problemen aktualiserar ett antal forsknings- och utvecklingsuppgifter vilka utvalts bland de i forskningsöversikten avgivna frågorna. I det följande ges några exempel på sådana uppgifter utan anspråk på vare sig fullständighet eller systematik.

## BYGGNADSPLANERING

Den centrala frågan hur produktionens krav på variantbegränsning och långa serier skall samordnas med funktionella krav på differentiering och flexibilitet innesluter i sig ett stort antal specialproblem. Å ena sidan blir det angeläget att analysera funktionskraven för olika byggnadskategorier i avsikt att undersöka möjligheter till ökad likformighet. Resultatet av sådana strävanden kan föreligga i modulsättning och preferensmått. Å andra sidan kan ett studium av produktionsförutsättningar leda till en ökad frihet beträffande elementvariationen t ex via halvfabrikat eller genom utnyttjande av sådana ändringar av elementdimensioner som låter sig göras utan avsevärda kostnadsökningar.

Hithörande problem berör inte bara den enskilda byggnaden.

Vid institutionen för husbyggnad vid CTH har man påbörjat en studie av metoder för formulering av kvalitetskriterier för utomhusmiljön i bostadsområden och hur dessa kriterier påverkar elementbyggnaden. Lämpligt utnyttjat bör detta produktionssätt ge nya miljövärden, relevanta till den standard och teknik det representerar. Detta är emellertid inte ett förhållande som inställer sig av sig självt, utan fordrar ingående studier. Den aktuella forskningsuppgiften kommer i första hand att inrikta sig på mätbara kvaliteter. Eftersom byggnadsekonomi är central i allt byggnad måste kvaliteterna också kostnadsbelastas. I första fasen av arbetet kommer de metodiska sidorna att utredas, bl a med försök till någon form av värdeanalys. Överhuvud taget synes metodik för kvantitativ bedömning av optimal anpassning till produktion och funktion vara av speciellt värde för projektering inom elementbyggeriet där exempelvis ändringar i normalt valda planytor ofta visar sig önskvärda med hänsyn till begränsningen av antalet elementtyper.

## KONSTRUKTION

Bland konstruktiva problem inom elementbyggeriet återfinnes viktiga frågor som berör stommens hållfasthet och styvhet som helhet. Verkan av sidolaster härrörande från vind och stötar kan vara av särskild betydelse under monteringsfasen. Stommens hållfasthetsegenskaper behöver emellertid behandlas också för den färdiga byggnaden. Nyligen inträffade i London ett ras, enligt uppgift till följd av en gasexplosion. Stommens utformning med böjningsveka knutpunkter möjliggjorde fortplantning av raset uppåt och nedåt i byggnaden från en av de högst belägna våningarna där explosionen inträffade. Olyckan aktualiserar ett studium av hur ovanliga belastningsfall skall beaktas vid utformning och dimensionering av elementbyggda stommar.

Sidokrafter på konventionellt uppförda hus kan ofta bemästras genom att bjälklagen tjänstgör som liggande balkar mellan styva väggskivor. Önskvärt är att kunna tillämpa ett sådant betraktelsesätt också på bjälklag sammansatta av element. Därvid måste emellertid deformationerna i fogarna mellan bjälklagens delar beaktas. Fig 1 och 2 visar resultatet av en polsk undersökning beträffande styvheten hos elementbyggda bjälklags-

skivor med och utan bruk i inre fogar. Skillnaden i styvhet är som synes stor. Resultatet kan inte generaliseras. Omfattande studier behövs som underlag för bedömning av olika byggsystems resurser i detta avseende. Fogarnas egenskaper analyseras därvid med avseende på skjuvkrafter i bjälklagsskivans plan. Med hänsyn till kravet på överföring av ojämnt fördelade, vertikala laster blir det också nödvändigt att studera foghållfastheten med hänsyn till lodräta tvärkrafter, fig 3. Undersök-

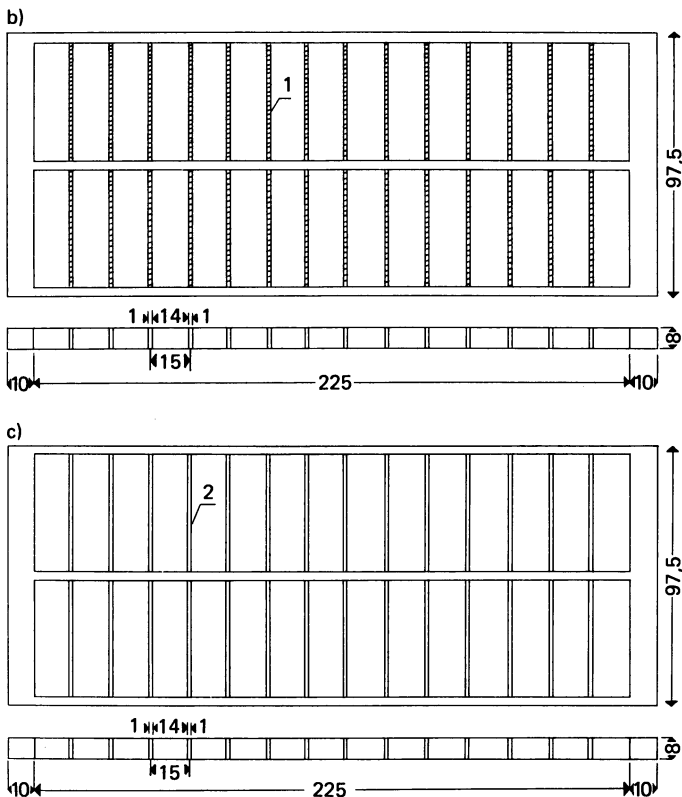


Fig 1. Bjälklag sammansatta av förtillverkade element (efter Lewicki). Typ b: Fyllda fogar mellan elementen. Typ c: Fogarna mellan elementen ofyllda.

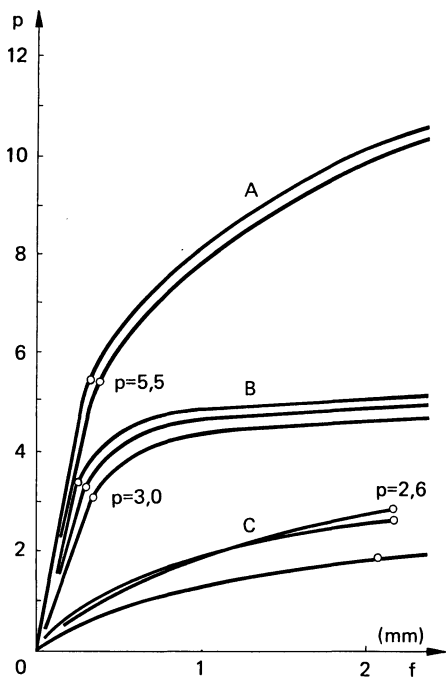


Fig 2. Utböjning  $f$  hos bjälklag påverkade av horisontell punktlast  $p$  (efter Lewicki). A: Monolitiskt bjälklag B: Bjälklag sammansatt av element, typ b i fig 3. C: Bjälklag sammansatt av element, typ c i fig 1.

ar av detta slag gällande olika typer av bjälklagselement har genomförts vid Cement- och betonginstitutet (CBI).

Av väsentlig betydelse för stommars kraftupptagande funktioner är fogarna mellan väggelement, fig 4 och mellan vägg- och bjälklagselement. Vägffogarnas skjuvhållfasthet höjes med korrugeringar i kontaktytan mellan element och fogbruk. Undersökningar pågår under skandinaviskt samarbete beträffande sådana fogars styvhet såväl före som efter sprickbildning. Gemensamma nordiska insatser föreligger också beträffande montagekryssens utformning, fig 5. I dessa förbindningar mellan bjälklag och väggar uppträder problem beträffande plattornas

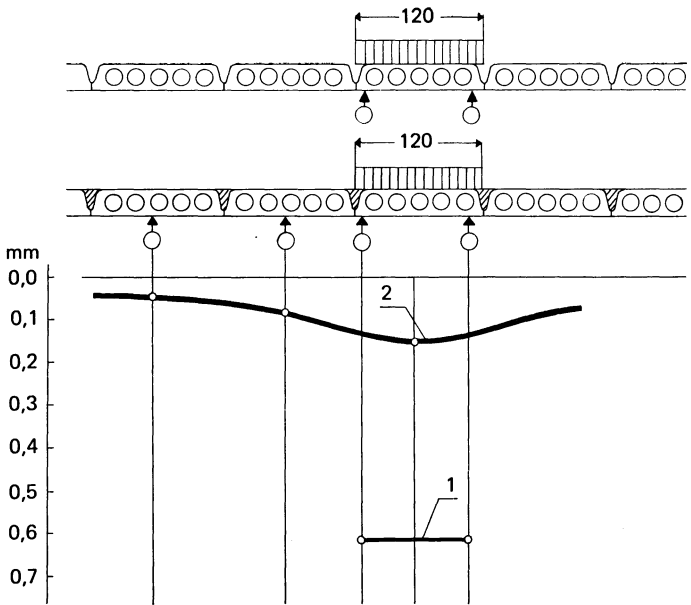


Fig 3. Nedböjningar i bjälklag sammansatta av förtillverkade element varav endast ett är belastat (efter Lewicki). 1: Nedböjning då fogarna mellan elementen är öppna. 2: Nedböjning vid fyllda fogar.

upplagsytor, spjälkning i väggelementen, brukets hållfasthet, sprickbildning genom obeaktade inspänningsmoment och skjuvkraftöverföring i snitt utsatta för dragning. De på förbindningar uppträdande normalkrafterna och excentriciteterna har man vid institutionen för byggnadsstatik vid KTH bl a studerat genom teoretiska beräkningar i datamaskin för idealiserade modeller.

Elementbyggen i stål inriktas på hård standardisering av tvärsnitt, stånglängder och förbindningar. För dessa senare torde enkelheten och allsidigheten vid montering få större betydelse än den materialmässiga effektiviteten, fig 6. Med denna målsättning utvecklas förbindningar som kräver tekniska och ekonomiska studier. Kallbockningen möjliggör tvärsnittstyper som med ringa materialåtgång och därmed tyngd kan uppta stora



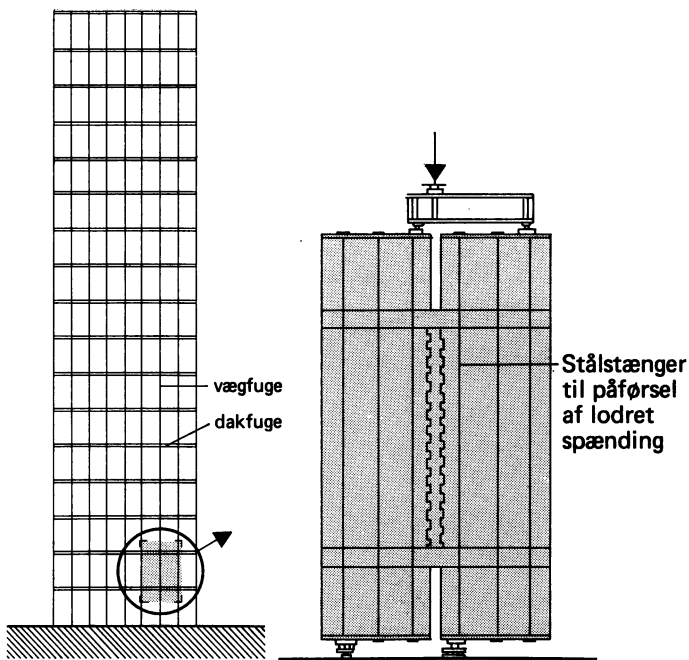
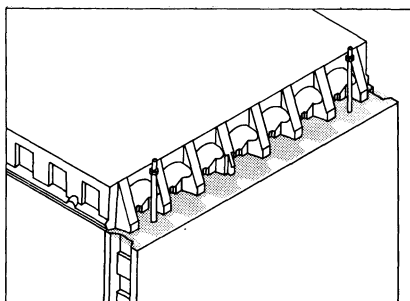


Fig 4. Elementbygget, förstyvande tvärvägg och anordning för provning av väggfogar (ef:er Hansen och Olesen).

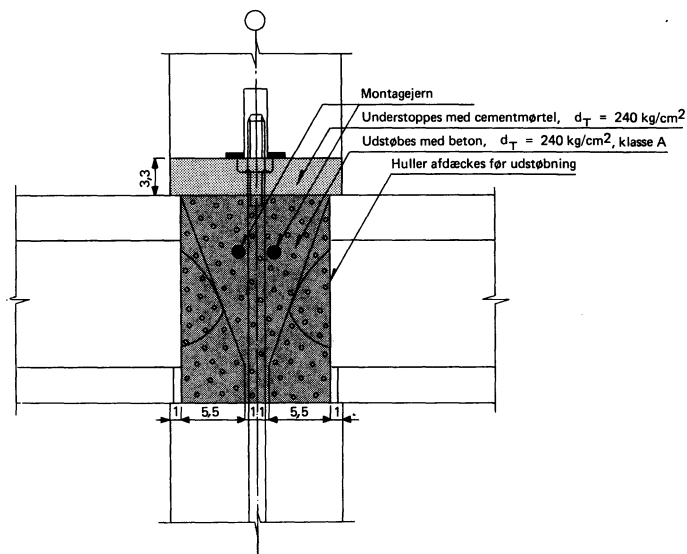
tryckkrafter och moment. Tillverkningstekniken påverkar materialet så att sträckgränsen höjes, en effekt vars betydelse för dimensioner behöver studeras ytterligare, fig 7. De sista årens experiment med stora volymelement synes erbjuda lovande användningsområden för stål- och aluminiumkonstruktioner.

Användning av stål, plast och trä i elementbyggeriet aktualiserar brandskyddsproblem. Anmärkningsvärt är de lösningar man på vissa håll i utlandet ansett sig kunna acceptera beträffande exempelvis trähus i fyra våningar sektionerade med tvärgående tegelväggar.

För fasadelementens del tilldrar sig ofta täthetsfrågorna större intresse än hållfasthetsproblemen. Därvid kommer i första hand fogarna i blickfältet. Åtskilligt är nu känt beträffande fogars ändamålsenliga utformning. Fogmassors funktion under



*Vederlag for dækkkomponent.*



*Lodret snit i dansk etagekryds.*

*Fig 5. Fog vid korsningspunkter mellan bjälklag och bärande vägg i en elementbyggd stomme av betong (efter Snabe).*

härldningens inledande skede och efter längre tids atmosfärisk påverkan kräver fortfarande omfattande studier. Variationer i fogbredden har väsentlig betydelse för fogens funktion och måste vara uppskattningsbar vid en standardisering och toleranssättning av fogdimensioner.

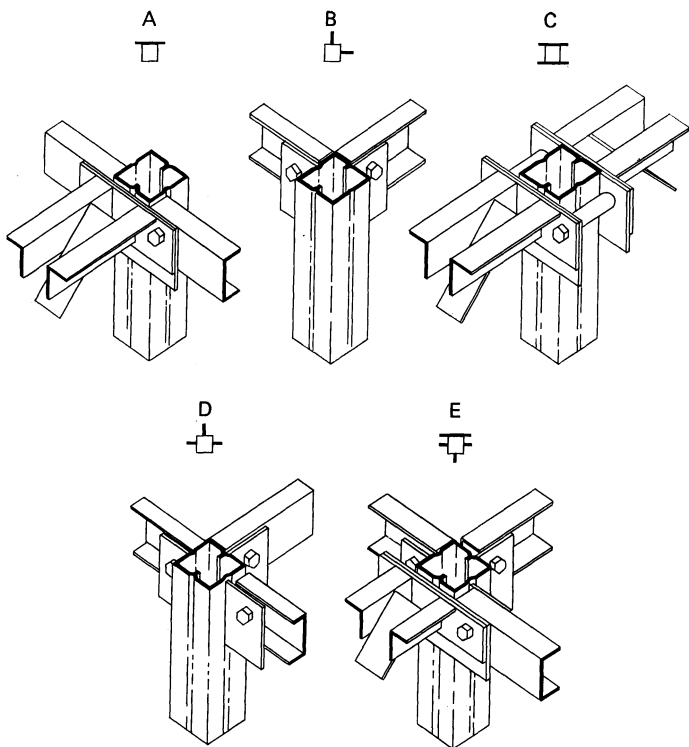
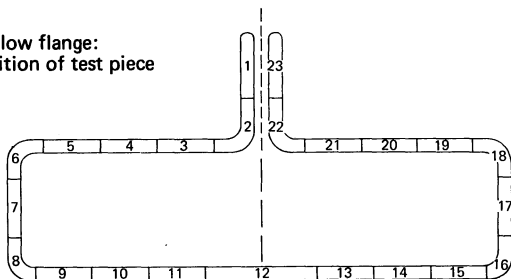


Fig 6. Exempel på standardiserade förbindningar mellan stål-element i byggnadsstomme (efter Heathcote).

Temperatur- och fuktvärden påverkar elementens längder och därmed fogbredderna. Dessa effekter lagras över betongens initialkrympning. Med vissa förutsättningar beträffande byggnadsortens klimat är det möjligt att konstruera diagram över fasadelements töjningsvariationer. Försök av detta slag har bl a genomförts vid institutionen för byggnadsteknik vid KTH. Komplicerande faktorer är exempelvis elementens varierande konstruktion och sådana ojämnheter i byggnadsdelarnas infästning som kan leda till ackumulering av relativa rörelser vid ett fåtal fogar. Härtill kommer de belastningsbetinga-

Hollow flange:  
Position of test piece



Yield stress,  
kg/mm<sup>2</sup>

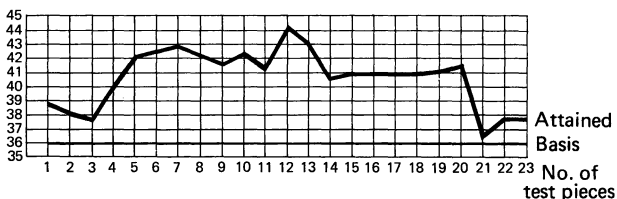


Fig 7. Sträckgränshöjning på grund av kallböckning i lådformad balkfläns. (efter Jungbluth).

de rörelserna vilka är föremål för en undersökning vid institutionen för byggnadskonstruktion vid CTH.

Vid utformning av ytterväggar måste de klimatiska påfrestningarna kunna uppskattas. Särskilt betydelsefullt är detta vid tillämpning av fasadlösningar med sk öppna fogar där riktningarna hos vind och slagregn och variationer i dessa har avgörande inflytande på tätheten. Samtidigt påverkas förhållandena i luftområdet närmast väggytan av fogarnas utformning och elementens textur. Studier av långtidseffekter och kalibrering av regn- och vindpåkänningar i klimatsimulatorer och vindtunnlar kan med fördel genomföras i provhus. Ett sådant planeras för närvarande vid Chalmers provningsanstalt under medverkan av intressenter vid CTH.

Elementbyggda mellanväggar bidrar ofta i avsevärd grad till en vek stommes avstyvning. Undersökningar i vad mån sådana effekter kan beaktas vid en byggnads dimensionering kan leda till ett bättre utnyttjande av byggnadens material. Fortsatta insatser behövs också för utredning om olika väggtypers kän-

lighet för rörelser i stommen och för utveckling av ändamåls-  
enliga anslutningar mellan stomme och mellanvägg. Ett klar-  
läggande av funktionskrav på mellanväggar i olika byggnads-  
kategorier kan leda till utveckling av typer som exempelvis be-  
träffande ljudisolering utnyttjar effektivare principer än de  
nu vanligen tillämpade.

Problematiken kring elementbyggda innerväggar utgör exempel  
på fall då forskning och utveckling kräver aktivitet på ett  
stort antal områden: Stomplanering, deformationskontroll, ljud-  
isolering, val och utformning av installationer samt utförande  
och kontroll av ytskikt.

## PRODUKTION

Elementtillverkningens ekonomi kan fullt utnyttjas endast vid  
en jämn och långvarig produktion. Grundläggande undersök-  
ningar beträffande tillverkarens krav på produktionsvolym och  
byggnadsarbetenas tidsmässiga planering är därför av stor be-  
tydelse samtidigt som samhällets och byggnadsföretagens möj-  
ligheter härvidlag också behöver belysas.

Rationaliseringssträvandena vid elementtillverkning inriktas på  
en möjligast intensiv användning av formar och maskiner.  
Detta sker beträffande betongarbeten bl a genom förkort-  
ning av härdningstiden. Accelererande härdningsmetoder stude-  
ras bl a vid institutionen för byggnadsteknik vid CTH. Det  
har visat sig att batteriformar effektivt kan behandlas med  
formanslutna vibratorer. I en försöksform har man studerat  
inverkan av upprepade vibreringar, fig 8. Fyra omgångar  
vibrering om 1 minut leder till en jämnare hållfasthet än den  
som med en vibreringsomgång är möjlig vid gjutning i stående  
formar. Utformningen kan vidare påskyndas genom att avbry-  
ta värmehärdningen redan när den för borttransport erforder-  
liga hållfastheten uppnåtts och sedan genomföra efterhärdning  
i speciella kammare.

Ett snabbt utnyttjande av tillverkade element kan också möj-  
liggöras genom ett närmare studium av transport- och mon-  
teringsfasens belastningskombinationer så att ett bättre under-  
lag erhålles för en bedömning av de vid leverans erforderliga  
hållfastheterna.

Ett studium av tidåtgången för olika faser av byggandet visar

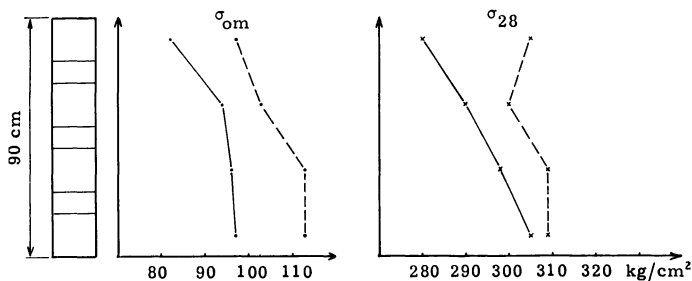


Fig 8. Inverkan av eftervibrering på hållfastheten i batterigjutet betongelement, (efter Malinowski).

att monteringen av råbyggnaden ofta sker med för närvarande acceptabel hastighet. Kompletteringsarbetena tar däremot en jämförelsevis lång tid i anspråk. Analyser av det avslutande byggnadsskedet och utveckling av metoder för bättre koordinering av hithörande arbetsmoment synes vara angelägna för ett gott utnyttjande av elementbyggeriets möjligheter till tidsbesparing.

Tidigare har något berörts fysikaliska faktorer som påverkar dimensionsvariationerna i fasadfogarna. Vid studiet av fogbredder måste emellertid också de produktionsbetingade fluktuationerna beaktas. Härvidlag bidrar både elementtillverkning, lagring och montering till avvikelser från förutsedda mått. Bestämningar och kontroller av måttavvikelser aktualiserar problem beträffande mätmetoder och mätdon och kräver ett omfattande och systematiskt fältarbete. Åtskilligt material samlas genom olika byggnadsföretags undersökningar. Under det mättings- och utvecklingsarbete som bedrivs vid Statens institut för byggnadsforskning (SIB) noteras elementens dimensioner och lägen samt fogbredden varvid olika mätdon och även fotogrammetriska metoder kommit till användning. Fig 9 visar mätresultat gällande vertikala fogar i bostadshus i Göteborg. Spridningen ökar som synes med höjden. Nominella fogbredden är betydligt lägre än medeltalet av mätvärdena. Elementbyggeriet erbjuder idag ett mycket omfattande och mångsidigt forskningsfält. Det är angeläget att insatserna fördelas så effektivt som möjligt. En kontinuerlig diskussion av vilka forskningsuppgifter som aktualiseras av elementbyggeriets huvudproblem kan i detta sammanhang vara av värde. Betydel-

sefullt är också att nära kontakt uppehålls mellan forskningsplanerare och praktiker.

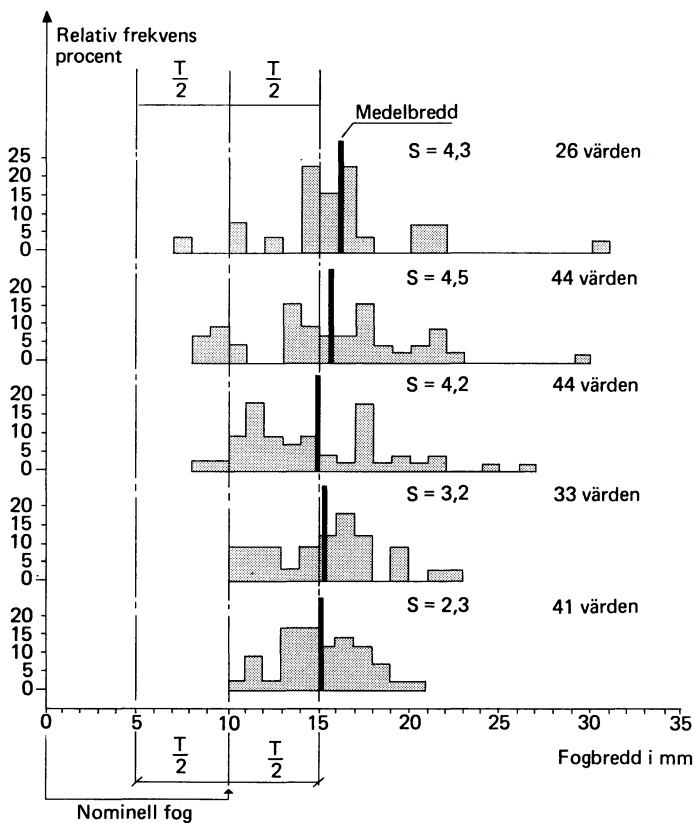
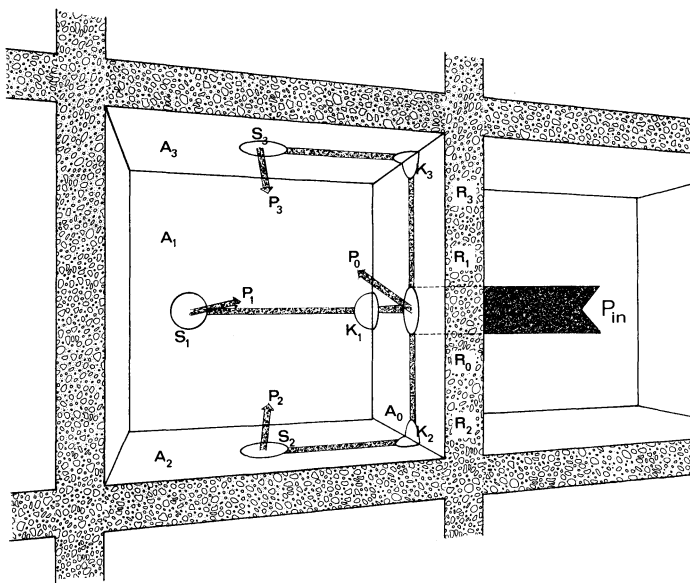


Fig 9. Relativa frekvenser av fogbredder mätta på olika nivåer av bostadshus i Göteborg, (efter Klingberg).

## ***Byggnadens luftljudsisolering, teorier och deras tillämpning***

Detaljerade ljudisoleringsberäkningar i en byggnad med hänsynstagande till alla randvillkor är inte möjliga av två skäl. Det ena skälet är att det teoretiska underlaget i dag inte medger en fullständig teoretisk behandling av problemen. Det andra är att en sådan detaljbehandling med de, från den ena byggnaden till den andra, starkt varierande förutsättningarna, skulle ställa sig ekonomiskt ogenomförbar annat än för specialbyggnader.



*Fig 1. Ljudupptagning av skiljevagg.*



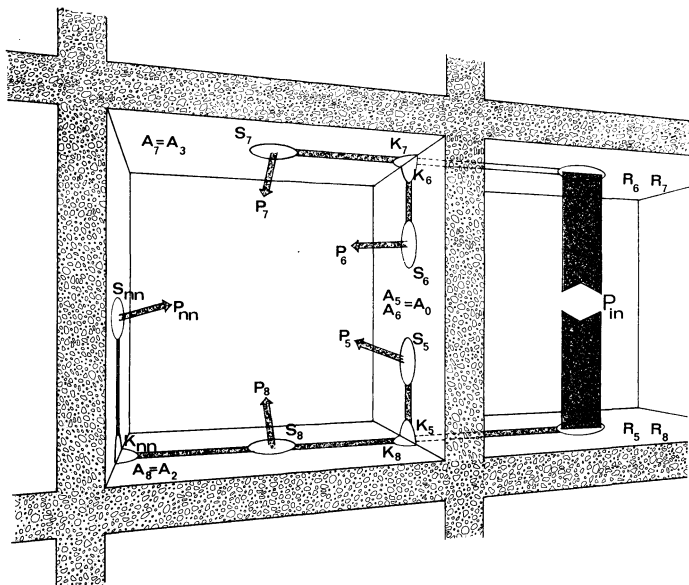


Fig 2. Ljudupptagning av flankerande väggar.

Att av detta konstaterande dra den slutsatsen, att teoretiska studier gällande ljudutbredningen i en byggnad och laboriestudier skulle vara av underordnad betydelse för den tillämpade behandlingen av byggnadens ljudisolering, vore helt felaktigt. De skall leda oss till en sådan ingående kunskap om sammanhangen, att vi kan ställa upp enkla tekniska beräkningsmetoder, utan att med approximationerna riskera obehagliga överraskningar.

Ett sådant beräkningssystem för luftljudsisolering har skisserats i en rapport till Statens råd för byggnadsforskning (1). Det tar förutom direkttransmissionen via en skiljevåg i en byggnad, även hänsyn till de viktigaste flanktransmissionsvägarna. Den principiella behandlingen illustreras av fig 1 och 2 samt formel 1.

Fältreduktionstalet enligt ISO R 140 erhålles enligt:

$$R' = -10 \log \left[ \frac{1}{R_0/10} + \sum_n \frac{A_n/A_0}{R_n + K_n + S_n} \right] \text{ dB} \quad (1)$$

$R_0$  = reduktionstalet hos skiljevägg

$R_n$  = reduktionstalet hos flankerande vägg i sändarrum

$A_0$  = arean hos skiljevägg

$A_n$  = arean hos flankerande vägg i mottagarrum

$K_n$  = knutpunktsdämpning

$S_n$  = strålningsdämpning hos flankerande vägg i mottagarrum

$n$  = index för flanktransmissionsväg med en knutpunkt

I det illustrerade exemplet har vi 12 flanktransmissionsvägar med en knutpunkt. För att beräkna isoleringsindex  $I_a$  för luftljud enligt den rekommendation ISO R 880, som ligger färdig för tryckning, måste  $R'$  bestämmas för de 16 normerade torsbanden. Det blir många räkneoperationer och hela beräkningen fram till  $I_a$  kan därför med fördel databehandlas. Å andra sidan kan den erfarna akustikern efter en granskning av byggnadsritningarna ofta snabbt bortsortera många flanktransmissionsvägar såsom helt försumbara. Då räkneoperationerna är mycket enkla, är databehandling därför inte något definitivt praktiskt krav.

Vilka möjligheter har vi då att ta fram erforderliga data  $R$ ,  $K$  och  $S$  med tillräcklig noggrannhet?

## ENKELVÄGGENS REDUKTIONSTAL

Den "röda tråden" i det skisserade systemet, är hastighetsamplituden  $v$  för böjningsväg i de skivor, som ingår i en transmissionsväg.

Hastigheten hos den ljudupptagande skivan i rummet med ljudkällan (sändarrummet), bestämmas av denna skivas reduktionstal  $R$ .

För den oändliga isotropa skivans reduktionstal finns det mycket fullständiga teorier, uppställda av Cremer, London, m fl.

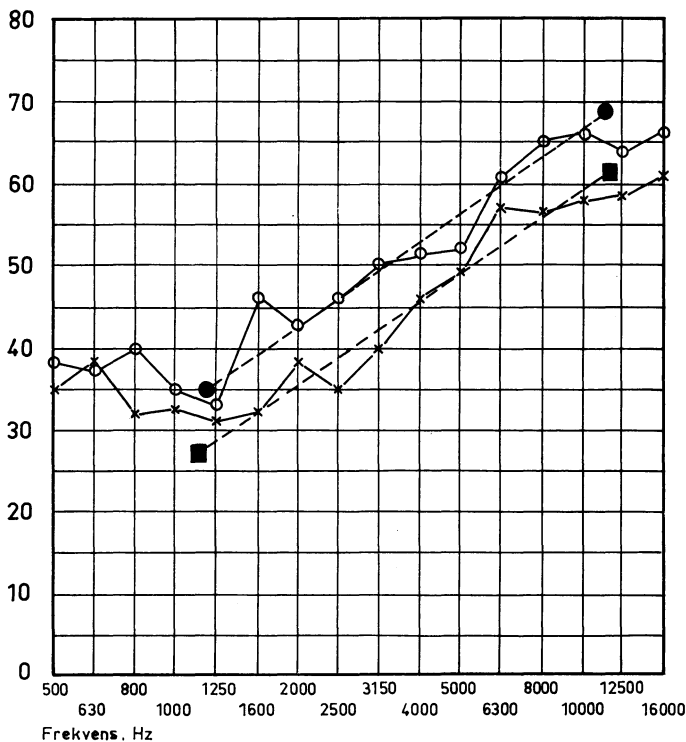


Fig 3. Randvillkorens betydelse för reduktionstalet. Provvägg: 20 mm Al-skiva.

$$E = 2 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$S = 2,7 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$f_c = 1200 \text{ Hz}$$

— X — Väggen stödd längs kanterna

■ — ■ Teoretisk kurva för  $\eta = 0,0042$

— O — Väggen inspänd längs kanterna

● — ● Teoretisk kurva för  $\eta = 0,0148$

Randvillkorens inflytande på de ändliga skivor, vilka vi arbetar med, är däremot sparsamt behandlat. Ett av de viktigaste arbetena har gjorts av Heckl (2). och leder i största korthet till följande:

Enkelvägg generellt:

$$f_c = \frac{1,83 \cdot 10^{-4} \cdot M_S^{\frac{1}{2}}}{B^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Hz}$$

$$R_p = 20 \cdot \log M_S + 20 \log f_c - 58 \quad \text{dB}$$

Homogen enkelvägg:

$$f_c = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot e^{\frac{1}{2}}}{hE^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Hz}$$

$$R_p = 30 \log \zeta - 10 \cdot \log E + 37,5 \quad \text{dB}$$

SI

$$f_k = \frac{3 \cdot 10^3}{f_c \cdot h^2}$$

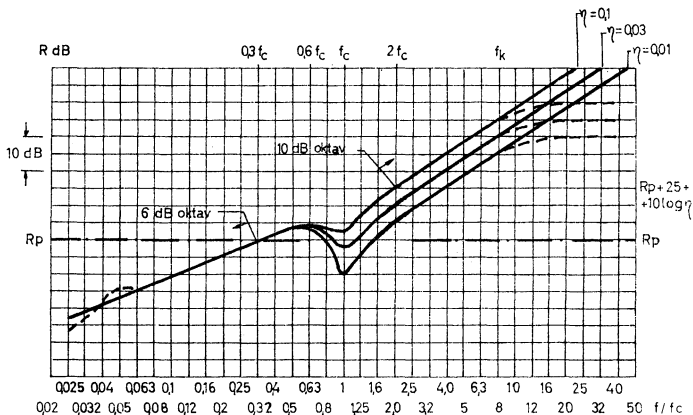


Fig 4. Isotropa enkelväggs generella reduktionstalskurva.

1. Under skivans koincidensfrekvens  $f_c$  spelar formatet och inspänningen ingen roll.

2. Över  $f_c$  påverkas  $R$  av data hos de anslutande konstruktio-  
nerna och av inspänningen till dessa, såvida inte skivma-  
teriet har en hög förlustfaktor  $\eta$ . Ett exempel visas i fig  
3. (3.)

Att beräkna randvillkorens inflytande över  $f_c$  enligt Heckl är alltför tidsödande för att kunna genomföras i praktisk tillämpning. Egna laboratorie- och fältförsök påvisar möjligheten att täcka randvillkorens inflytande med en "skenbar förlustfaktor", som kan bestämmas genom fält- och/eller laboratiemätningar för ett antal typfall.

På basis av teorierna för den oändliga skivan, har i (4) en vidareutveckling av Watter's plåtmetod (5) gjorts. Materialdata och väggtjocklek ger härav direkt en reduktionstalskurva som i många fall är tillräckligt noggrann. Hänsyn till randvillkoren kan tagas genom att materialets förlustfaktor ersättes med en högre skenbar förlustfaktor. Se fig 4 å föregående sida!

Om man tar hänsyn till olikheterna i randvillkor (korrigering grundad på skillnader i skenbar förlustfaktor), kan avsevärt större noggrannhet erhållas i beräkningen av fältreduktionstalet om laborativärden på de ingående skivornas reduktionstal användes.

I laboratoriet, och i ännu högre grad i fält, erhåller man en böjning av  $R$  vid låga frekvenser, som ännu är oförklarad. London försökte förklara fenomenet med inre förluster, men utan att förklara deras fysikaliska natur. Eftersom höjningen blir störst när mätrummen är små, kan orsaken delvis sammanhänga med ofullständig diffusitet i ljudfälten.

Den teoretiska behandlingen av sandwichskivor ägnas för närvarande stort intresse. Se t ex (6).

## DUBBELVÄGGENS REDUKTIONSTAL

De teorier som vi har för dubbelväggen är baserade på grundläggande arbeten av Cremer och London. Trots att de gäller mycket starkt idealiserade fall, medger de likväl för dessa enbart kvalitativa bedömningar. Randvillkoren får ett mycket stort inflytande när det gäller dubbelväggar, främst i form av

”flanktransmission” via de, för det mesta oundvikliga, förbindningarna.

Det stora intresse, som visas dessa problem, gör det troligt att vi ganska snart får beräkningsmetoder för tillämpad användning. Se t ex (7)—(11).

För dubbelväggar uppbyggda av två lätta delelement har randvillkoren i de flesta fall så litet inflytande, att laboratorievärderna kan överflyttas till fältfallen. Väggar av denna typ är t ex tunna gipsskivor på gemensamma eller skilda regelverk.

## KNUTPUNKTSDÄMPNING

Om vi följer den röda tråden, blir nästa steg att bestämma skillnaden i medelhastighetsamplitud hos den skiva i sändarrummet, som tvingats till böjningssvängningar, och medelamplituden hos den skiva i mottagarrummet, i vilken vi har fria böjningssvängningar, som utgått från förbindelsen (knutpunkten) med skivan i sändarrummet.

Vi definierar knutpunktsdämpningen (hastighetsdämpningen) som

$$K = 20 \log \frac{v_n'}{v_n''} \quad \text{dB} \quad (2)$$

$v_n'$  = medelamplituden hos väggen med påtvungen svängning på transmissionsvägen och

$v_n''$  = medelamplituden hos väggen med fri svängning på samma väg  $n$ .

Cremer m fl (8), (12) och (13), har behandlat knutpunkter med halvoändlig utbredning hos de ingående elementen. En begränsning har varit att endast våg infallande vinkelrät mot förbindelselinjen med anslutande skivor behandlats ingående. Kihlman (14) har i en nyligen försvarad doktorsavhandling gjort integrationen över alla infallsvinklar för fallet med en tung skiva med två till denna anslutande (i kors) lätta skivor. I behandlingen ingår även ändliga skivor.

Ännu finns det inte tillräckligt underlag, varken teoretiskt eller empiriskt, för att göra det möjligt att säga hur stora approximationer, som kan tillåtas för de tillämpade fallen. Vi är därför t v hänvisade till att bestämma knutpunktsdämpningen genom fältförsök eller modellförsök i laboratorium.

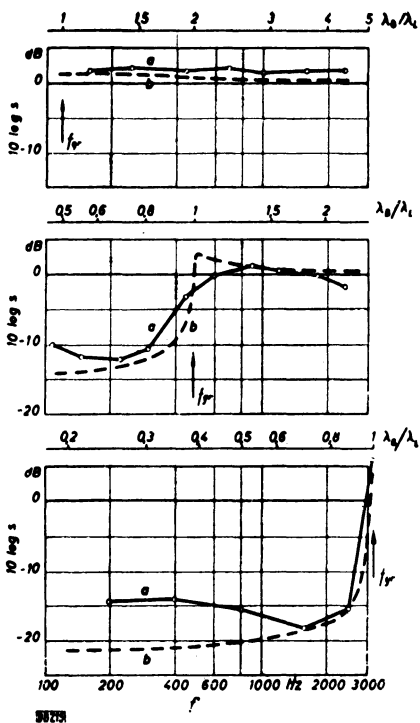


Fig 5. Beräknad (— — —) och uppmätt (—) strålningsfaktor enligt ovan. a) 14 cm betong, b) 3,5 cm betong, c) 1 cm gips-skiva.

## STRÅLNINGSDÄMPNING

Gösele införde begreppet strålningsfaktor  $s$ . Om definitionen obetydligt ändras och begreppet strålningsdämpning  $S$  införes, får vi

$$S = -10 \log s \quad \text{dB} \quad (3)$$

där

$s$  = förhållandet mellan ljudutstrålningen på grund av påtvingade böjsvängningar hos en skiva och utstrålningen på grund av fria böjsvängningar med samma medelamplitud hos samma skiva vid samma frekvens.

Vi har därmed kommit till den sista storheten som bestämmer transmissionen en bestämd väg  $n$ .

Gösele härledde strålningsfaktorn för en halvoändlig förlustfri skiva och ljudinfall parallellt med den oändliga riktningen. Trots den stora approximationen har Gösele och andra forskare fått god överensstämmelse med teorierna vid mätningar av  $s$  för ändliga skivor med olika randvillkor och diffusa fält. Se t ex fig 5.

Maidanik (15) behandlar ett fall med ändlig skiva och inre förluster. I ett försök, som ingått i ett licentiatarbete vid CTH, har hans metod givit sämre överensstämmelse med mätresultaten än Göseles avsevärt enklare metod.

Eftersom det ur flera synpunkter vore fördelaktigt att utveckla skivor med hög förlustfaktor, är det en angelägen uppgift att utreda hur stort inflytande förlustfaktorn, verklig eller skenbar, har på strålningsdämpningen.

## SAMMANFATTNING

Trots många luckor i det teoretiska underlaget kan vi, med det nu tillgängliga kunskapsmaterialet kompletterat med begränsade fält- och laboratorieundersökningar, arbeta med en tillämpad ljudisoleringssteknik, som ger avsevärt säkrare och noggrannare resultat än den gamla tekniken där valet av konstruktioner till stor del baserades på det statistiska utfallet av mätningar i färdiga hus av olika typer.

## REFERENSER:

1. INGEMANSSON, S: *Beräkning av ljudisoleringen i en byggnad*. Rapport inlämnad till Statens råd för byggnadsforskning, BFR, 1967.
2. HECKL, M: *Die Schalldämmung von homogenen Einfachwänden endlicher Fläche*. *Acustica*, vol. 10, 1960.



3. INGEMANSSON, S: *Inverkan av förbindningar på dubbelväggens reduktionstal. Modellundersökningar. Rapport inlämnad till BFR 1966. Under slutredigering.*
4. INGEMANSSON, S: *Luft- och stegljudsisolering. Byggforskningen, Rapport 1:1966.*
5. WATTERS, B G: *Transmission Loss of Some Masonry Walls, JASA Vol. 31, No 7, 1959.*
6. FORD R D, LORD, P and WALKER, A W: *Sound Transmission through Sandwich Constructions. Journal of Sound and Vibration, 5, 1967.*
7. ZABOROV, V I and NIKOL'SKII, V N: *Calculation of Double-Wall Sound Insulation. Soviet Physics Acoustics (SPA), vol. 11, 1965.*
8. ZABOROV, V I: *Sound Insulation of Double Walls Joined at the Edges. SPA, vol. 11, No 2, 1965.*
9. MULHOLLAND, K A, PARBROOK, H D and CUMMINGS, A: *The transmission loss of double Panels. Journal of Sound and Vibration, 6, 1967.*
10. FORD, R D, LORD, P and WILLIAMS, P C: *The Influence of absorbant Linings on the Transmission Loss of Double-Leaf Partitions. Journal of Sound and Vibration, 5, 1967.*
11. ZABOROV, V I and KLYACHKO, L N: *Optimum Parameters of Double Walls. SPA, vo. 13, No. 1, 1967.*
12. CREMER, L und HECKL, M: *Die Körperschall. Berlin 1967.*
13. BUDRIN, S V and NIKIFOROV, A S: *Wave Transmission through Assorted Plate Joints. SPA, vol. 9, No. 4, 1964.*
14. KIHLMAN, T: *Transmission of Structure-Borne Sound in Buildings. Byggforskningen, Rapport 9:1967.*
15. MAIDANIK, G: *Response of Ribbed Panels to Reverberant Acoustic Fields. JASA, vol. 34, No. 6, 1962.*

## ***Provningsmetoder för taluppfattbarhet – tillämpning för skolor och samlingsalar***

En mycket väsentlig uppgift för samlingsalar, hörsalar, skolsalar etc. är att tjänstgöra som informationskanal för det talade ordet. En förutsättning för att få god verkningsgrad på verksamheten i dessa lokaler är därför, att lokalens utformning är sådan, att taluppfattbarheten blir hög och att det är bekvämt för talaren att tala och för lyssnaren att lyssna. För att karakterisera en hörsals godhet ur akustisk synpunkt ligger det nära till hands, att ange den taluppfattbarhet man får i lokalen.

På 1930-talet gjordes vid Bell Telephone Laboratories i USA en rad studier av taluppfattbarhet. Resultaten av dessa studier har sedan lagts till grund för rekommendationer rörande bl a optimal efterklangtid i lokaler av olika storlek. I den akustiska dimensioneringen av lokaler har man sedan sökt åstadkomma denna optimala efterklangtid, samt eftersträvat rumsformer som ger mesta möjliga direktljud och mesta möjliga tidiga reflexer till åhörarna. Mätningar av taluppfattbarhet har företagits i mycket begränsad omfattning.

Utöver det fysikaliska måttet efterklangtid, har det under hand tillskapats även andra fysikaliska mätetal för att ange den akustiska godheten hos lokaler. Ett av dessa mått, som särskilt bör nämnas, är ett av Meyer (1954) konstruerat mått, Deutlichkeit. Deutlichkeit anger mängden direktljud och tidiga reflexer ställd i relation till den totala ljudenergimängd som når åhöraren under hela efterklangsförloppet. De tidiga reflexerna bidrar nämligen till att öka talförståeligheten, medan sena reflexer inverkar som en störning, vilken drar ner taluppfattbarheten. Data på sambandet mellan storheten Deutlichkeit och taluppfattbarhet i verkliga lokaler saknas emellertid.

Man kan sammanfattningsvis konstatera, att de olika fysikaliska mått, som används i den akustiska projekteringen av hörsalar och liknande, ej är tillfredsställande väl ställda i relation till taluppfattbarhet. En väsentlig förklaring till att det gjorts så fåtaliga studier av taluppfattbarhet i lokaler är säkerligen de svårigheter som är förknippade med att genomföra taluppfattbarhetsförsök och att få tillfredsställande reproducerbarhet i dem. Taluppfattbarheten i en lokal beror av en hel rad faktorer utöver lokalens utformning. Bland de faktorer som påverkar taluppfattbarheten kan nämnas:

Valet av ordmaterial

Vem som läser ordmaterialet

Hur ordmaterialet läses

Hur tätt efter varandra orden läses

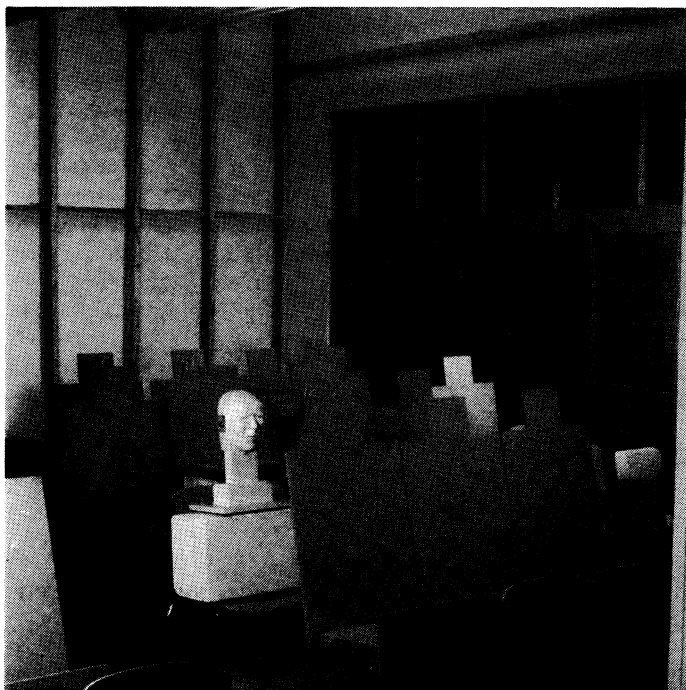
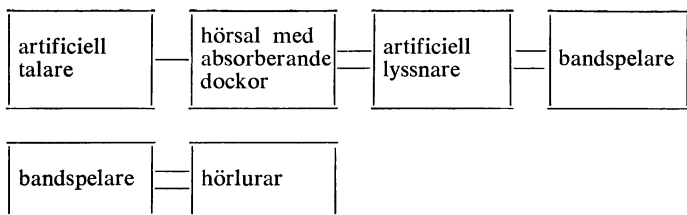
Vem som lyssnar; bl a om lyssnaren har normal eller nedsatt hörsel

Skillnader i talarens och lyssnarens dialekter

Det forskningsprojekt som här skall presenteras syftar till att ge ökad kunskap om sambandet mellan taluppfattbarhet i lokaler och olika fysikaliska mått, som karakteriserar dessa. En primär uppgift i detta sammanhang har varit att utveckla en mätmetod för taluppfattbarhet för att övervinna några av de svårigheter, som är förknippade med "direkta" taluppfattbarhetsprov.

## TESTMETOD FÖR TALUPPFATTBARHET

Vid direkta taluppfattbarhetsprov har man åtskilliga svårigheter både på talar- och lyssnarsidan. Det är opraktiskt att förflytta stora grupper försökspersoner till de olika rum man vill studera. På talarsidan är det svårt att vid en direkt uppläsning av ordmaterialet hålla konstant röststyrka och läsa orden på precis samma sätt från ett prov till nästa. Av dessa skäl har vi valt en metod med en artificiell talare och en artificiell lyssnare och en konstgjord ljudabsorberande publik, fig 1. Ett blockdiagram för försöksanordningen anges på nästa sida.



*Fig 1. Artificiell lyssnare.*

Vår artificiella talare består av en bandspelare med inspelat ordmaterial och en högtalare. Komponenterna är så valda, att vår konstgjorda talare har en möjligast naturtrogen återgivning av de inspelade orden. I denna naturtrogna återgivning inkluderas även att ljud utstrålas i olika riktningar på samma sätt

som från en mänsklig talare. Talarens röststyrka kan hållas lika från försök till försök. Testorden passerar så informationskanalen, det studerade rummet, i vilket ett önskat antal absorberande dockor kan placeras för att efterlikna förhållandena när det är publik i lokalen. De uppspelade testorden spelas sedan in stereofoniskt via ett artificiellt huvud, som har mikrofoner i öronen. De slutliga taluppfattbarhetsproven sker när försökspersonerna med hörlurar avlyssnar de stereofoniska inspelningarna i ett akustiskt väl dämpat rum.

Olika ordmaterial kan användas i det skisserade mätsystemet. Vi har valt att som ordmaterial använda enstaviga nonsensord och dessa nonsensord presenteras i listor om 100 ord, 1 ord var femte sekund och föregånget av inledande fraser såsom "Jag säger nu", "Nu hör ni" etc. Skälet till valet av nonsensord är, att vi vill använda vår metod för att studera lokaler som åtminstone är relativt bra. Man finner då, att om man har ett alltför lätt ordmaterial blir taluppfattbarheten så hög, att upplösningsförmågan hos provet blir otillfredsställande. Även med det tämligen svåra ordmaterial som de valda nonsensorden utgör, finner man i många fall att taluppfattbarheten blir hög.

Fördelarna och nackdelarna med den angivna mätmetoden för taluppfattbarhet kan i korthet sägas vara:

#### a) PÅ TALARSIDAN

##### *Fördelar*

God reproducerbarhet.

Läppavläsning omöjlig.

Samme artificiella talare med sin riktningskaraktistik kan användas för andra test signaler i de fysikaliska mätningar som utförs parallellt med taluppfattbarhetsmätningarna.

##### *Nackdel:*

Med den använda metoden får man inte med den gynnsamma effekten av att en tränad talare kan anpassa sig till akustiken i olika rum.

#### b) PÅ LYSSNARSIDAN

##### *Fördelar:*

Praktiska fördelar vid försökens genomförande.

En och samma grupp försökspersoner kan i omedelbar följd testa olika lokaltillstånd.

Det är lätt att göra permutationer i ordningsföljden för olika försök.

Avlyssningen kan göras via filter, vilket dels sänker taluppfattbarheten, dels gör det möjligt att ställa taluppfattbarheten inom olika frekvensområden i relation till de akustiska egenenskaperna i samma frekvensområden.

Referensinspelningar kan användas för att jämföra olika testgrupper med varandra.

Vår artificiella lyssnare kan användas för vissa fysikaliska mätningar.

*Nackdel:*

Den största nackdelen på lyssnarsidan är det tekniska problemet att realisera ett idealt lyssnarhuvud.

### c) LJUDABSORBERANDE DOCKOR

*Fördel:*

De har stora praktiska fördelar när man skall studera en stor lokal i fullsatt tillstånd.

*Nackdel:*

Vi har endast studerat dockornas absorption. Det kan föreligga andra skillnader mellan ljudfälten i rummen när vi har verklig publik och när vi har de absorberande dockorna.

De olika komponenterna, som ingår i mätsystemet, har utsatts för diverse prov. Talarsidan har därvid tillfredsställande väl visats i frekvensgångshänseende och riktningskaraktistikhänseende överensstämma med en naturlig talare. De ljudabsorberande dockornas absorption överensstämmer väl med absorptionen hos verklig publik.

De principiellt största svårigheterna ligger dock utan tvekan på lyssnarsidan. Därför har en serie försök genomförts där samma ordlistor avlyssnats direkt i en lokal under mycket varierande akustiska betingelser och indirekt via stereofoniska inspelningar med lyssnarhuvudet. Dessa jämförande försök har visat tillfredsställande kongruens mellan direkt lyssnande och lyssnande via de stereofoniska inspelningarna. Av praktisk betydelse är också, att man som regel får mindre spridningar i försöken med indirekt avlyssning, vilket möjliggör mindre försöksgrupper.

Sammanfattningsvis kan konstateras att testmetoden för taluppfattbarhet fungerar väl. Genom den använda metodiken kommer man förbi flera av de praktiska svårigheter som är förknippade med direkta taluppfattbarhetsprov.

## NÅGRA FÖRSÖKSRESULTAT

Flertalet av hittills gjorda taluppfattbarhetsförsök har genomförts i en experimenthörsal där de akustiska förhållandena i form av absorbenter, bakgrundsbuller etc varierats under försökens gång. Denna lokal har parallelepipedisk form med dimensionerna: bredd 9 m, längd 12,2 m och höjd 3,65 m. Detta ger en volym av ca 400 m<sup>3</sup>. Golvet är plant och hörsalen har normalt haft ca 80 stolar placerade i 7 rader. Väggar och bjälklag är av betong, men har vid försökens gång försetts med olika stora ytor av tillsatsabsorbenter i form av mineralull och membranabsorbenter. Med varierande mängd absorbenter, varierande bakgrundsbuller och olika talarplaceringar har stora variationer i taluppfattbarhet konstaterats. De minsta skillnader i taluppfattbarhet som med de använda försöksgruppernas storlek har kunnat särskiljas statistiskt signifikant, rör sig om 1 à 2 %.

I en nyligen genomförd försöksserie hölls bakgrundsbullereffekten konstant, medan mängden absorption och absorbenternas placering varierades. Totalt nio olika akustiska situationer studerades. De stereofoniska inspelningarna gjordes på relativt långt bak belägna platser. Inspelningarna avlyssnades av totalt 36 försökspersoner i grupper om fyra. Nio olika ordlistor användes och den enskilde försökspersonen fick bara höra varje lista en gång. Vid lyssningsförsöken permuterades listor och lokaltillstånd. Försöksresultaten framgår kortfattat av vidstående tabell.

Av dessa försöksresultat kan följande preliminära slutsatser dragas. Maximal taluppfattbarhet har inte erhållits vid den efterklangstid, som enligt tidigare undersökningar skulle varit den optimala för ifrågavarande lokal, nämligen ca 0,75 s, utan för en väsentligt kortare efterklangstid, 0,35 s. Det är möjligt att ännu gynnsammare resultat kunnat ernås vid en efterklangstid mellan dessa båda värden. En så lång efterklangstid som 1,2 s ger en mycket markant sänkning av uppfattbarheten.

1	Lokalen fullsatt Tillsatsabsorbenter på bakväggen och sidoväg- garnas främre del Efterklangstid $0,75 \pm 0,05$ s från 100—4000 Hz Stående talare med ryggen mot publiken	78,5
2	Samma lokaltillstånd som i 1) Stående talare vänd mot publiken	80,1
3	Samma lokaltillstånd som i 1) Sittande talare vänd mot publiken	78,3
4	Lokalen fullsatt Tillsatsabsorbenter i taket och på golvet Efterklangstid $0,75 \pm 0,05$ s från 200—4000 Hz. Ngt längre vid de lägsta frekvenserna. Stående talare vänd mot publiken	75,3
5	Lokalen fullsatt Tillsatsabsorbenter enbart på sidoväggarna Efterklangstid $0,80 \pm 0,05$ s från 100—4000 Hz Stående talare vänd mot publiken	80,5
6	Lokalen delbesatt Tillsatsabsorbenter på bakväggen o sidoväg- garna Efterklangstid $1,2 \pm 0,05$ s från 125—3150 Hz Stående talare vänd mot publiken	68,0
7	Lokalen delbesatt Tillsatsabsorbenter enbart på sidoväggarna Efterklangstid $1,2 \pm 0,05$ s från 125—3150 Hz Stående talare vänd mot publiken	69,3
8	Lokalen fullsatt Tillsatsabsorbenter på alla väggar och i hörnen i taket Efterklangstid $0,35 \pm 0,05$ s från 100—4000 Hz Stående talare vänd mot publiken	86,3
9	Lokalen fullsatt Tillsatsabsorbenter enbart på bakväggen Efterklangstid $0,80 \pm 0,1$ s från 500—4000 Hz. Väsentligt längre efterklangstid vid lägre fre- kvenser Stående talare vänd mot publiken	78,5



Om efterklangstiden däremot är lång enbart vid låga frekvenser, synes detta inte vara någon större nackdel ur taluppfattbarhetssynpunkt. Vid konstant efterklangstid har ganska små variationer iakttagits när absorberarna givits olika placeringar, eller talaren placerats på olika sätt. En bidragande orsak härtill är säkert att i det aktuella fallet taket normalt varit reflekterande och givit tidiga reflexer. Någon ytterligare analys av försöksresultaten skall ej göras här.

Vid de ovan relaterade försöken liksom vid flertalet övriga försök, har försökspersonerna varit normalhörande. Man konstaterar då, att taluppfattbarheten ofta blir mycket hög även under relativt ogynnsamma akustiska förhållanden. Vid några försök har försökspersoner med hörselnedsättningar deltagit. Hörselnedsättningarna har varit relativt måttliga och i flera fall inte allvarligare än att försökspersonerna själva ej varit medvetna om dem. Ett tydligt resultat därvid har varit, att vid gynnsamma akustiska förhållanden har även dessa försökspersoner nått tämligen god taluppfattbarhet, medan däremot vid ogynnsamma akustiska förhållanden taluppfattbarheten blivit mycket låg.

Ett annat resultat, som framkommit vid prov i en ordinär hörsal för 120 personer, med en efterklangstid på 0,8 s i fullsatt tillstånd, är den mycket markanta inverkan av bakgrundsbullret. Även en så ringa bakgrundsnivå som 30 dB(A) gav signifikant lägre taluppfattbarhet än ett bakgrundsbuller om ca 20 dB(A). I många praktiska fall neutraliseras visserligen denna effekt av att publikens närvaro och aktivitet medför en tämligen hög bakgrundsnivå, men resultatet antyder värdet av mycket intensiv bullerbekämpning i hörsalar.

Hittills genomförda försök har haft en så begränsad omfattning, att säkra generella slutsatser ej kan dras i någon större omfattning. Vissa tendenser är dock klart skönjbara, men kräver ytterligare prov i lokaler med varierande form och storlek. En svårlöst fråga, som nämndes inledningsvis och som inte tagits upp till behandling ännu, är talarens uppfattning om lokalen och hans anpassning till de rådande akustiska förhållandena. Denna fråga kommer att studeras i senare försök.

*Tekn dr ROLF BAEHRE*

*Professor Arne Johnson Ingenjörbyrå*

## ***Aluminiumkonstruktioners bär- förmåga – teoretiska och experi- mentella undersökningar***

Aluminium är ett lätt material som i olegerat tillstånd uppvisar en relativt låg hållfasthet. Genom lämpliga legeringstillsatser som t ex kisel, magnesium eller zink och genom speciella bearbetningsåtgärder kan hållfastheten ökas till en grad, som gör materialet användbart i bärande konstruktioner, fig 1. Materialets goda formbarhet utnyttjas till att genom strängpressning framställa funktionsanpassade profiler med från statisk synpunkt lämplig massfördelning, fig 2. Eftersom aluminium under inverkan av luftens syre snabbt bildar ett tätt oxidskikt som begränsar korrosionsangreppets djupverkan kan aluminiumkonstruktioner i allmänhet användas utan ytbehandling och därmed betecknas som underhållsfria.

Aluminiumförbrukningen uppvisar i Sverige en betydande ökning — främst på byggnadssektorn, jfr fig 3. Från att materialet i form av plåtprodukter huvudsakligen användes som beklädnadsmaterial har det under senare år i ökad omfattning använts för bärande ändamål. Som exempel på detta kan nämnas skärmtak med bärande stomme av aluminium, traverser, broar för gångtrafik, transportabla krigsbroar, skorstenskonstruktioner och mastkonstruktioner.

Användningen av ett i jämförelse med konkurrerande material — exempelvis stål — relativt dyrbart material kräver ett rationellt utnyttjande av dess specifika egenskaper och hållfasthetsreserver. Kravet innebär här tillämpningen av en avancerad konstruktionsteknik. Detta förutsätter å andra sidan ett seriöst kunskapsunderlag om materialets och konstruktionens beteende under de speciella förhållanden som bärverket dimensioneras för och kan utsättas för under drift.

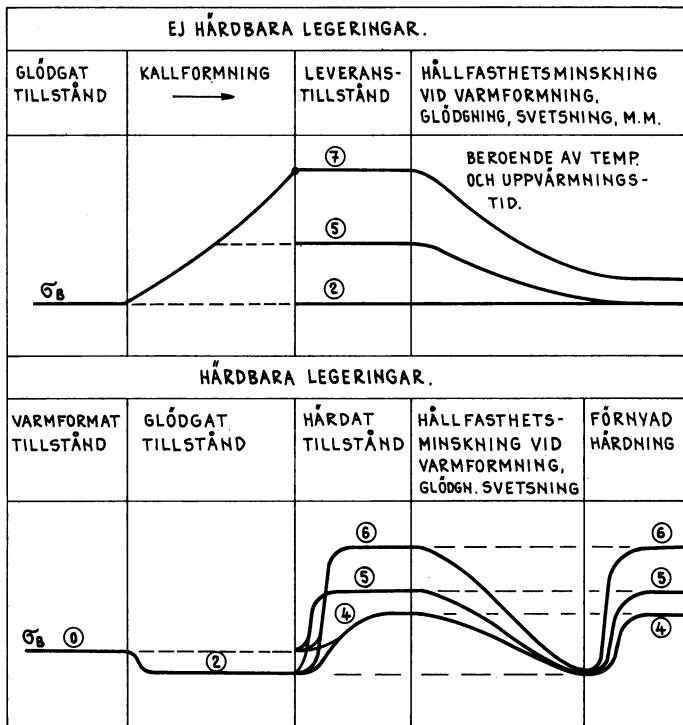


Fig 1. Schematisk framställning av draghållfasthetens beroende av kallformning och värmebehandling. (1). (Siffror inom cirklar anger bearbetningsgraden)

Kunskapsunderlaget kan förvärfvas genom forskning och erfarenhet eller byggas upp genom jämförande studier med besläktade material och konstruktioner. I det aktuella fallet ligger det nära till hands att basera jämförelsen på stålkonstruktioner. Inom konstruktionstekniken har under det senaste decenniet utvecklats en alltmer utpräglad tendens till lätta konstruktioner. Detta har bl a fått uttryck genom användning av nya produkter i form av kallformade tunnväggiga profiler med en utpräglad formlettighet. Denna produkttyp har gamla traditioner inom aluminiumområdet, t ex inom flygplansbyggnad och inom transportväsendet, dvs inom användningsområden där

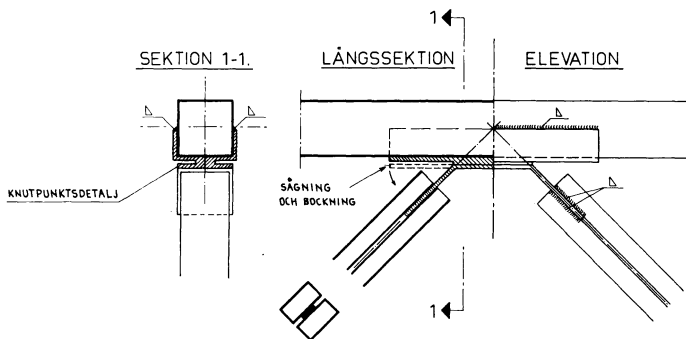


Fig 2. Exempel på utnyttjande av strängpresstekniken för framställning av ändamålsenliga profiler och anslutningar.

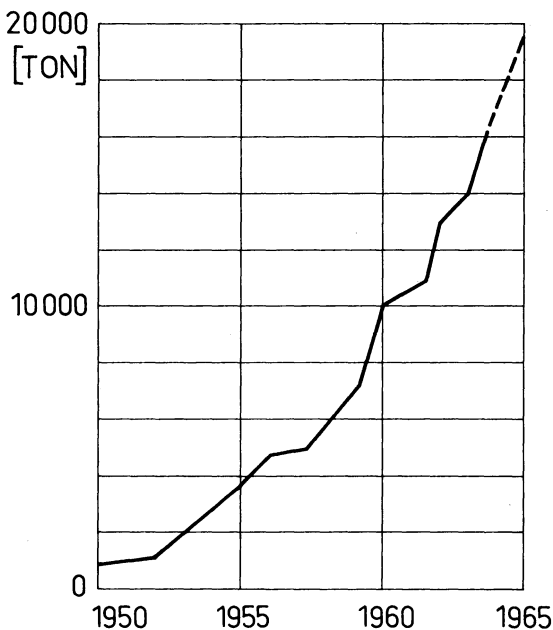


Fig 3. Aluminiumförbrukning inom bygnadsindustrin (Teknisk Tidskrift 48/1965)

inbesparad vikt medför ökad utnyttjandegrad och ekonomi. När det gäller aluminiumkonstruktioner accentueras dessutom konstruktionens lätthet genom materialets låga densitet som är ca en tredjedel av stålets.

Inom detta speciella område finns således ett väl dokumenterat kunskapsunderlag.

I byggnadstekniska sammanhang däremot är erfarenheterna mycket begränsade och vid en inventering av gällande utländska normer, som utfördes 1963, visade det sig att det befintliga underlaget var otillräckligt för en kvalificerad bedömning av aluminiumkonstruktioners dimensionering, beteende i drift och säkerhet.

Mot den bakgrunden igångsattes år 1963 på initiativ av SVR och med ekonomiskt stöd av statliga verk och aluminiumindustrin ett normarbete, i syfte att ge underlag för beräkning, dimensionering och kontroll av bärande aluminiumkonstruktioner inom områdena brobyggnad, hus- och industribyggnad, vattenbyggnad, cisternbyggnad, kranbyggnad, torn- och mastbyggnad, ställningsbyggnad och skeppsbyggnad samt för rullande materiel.

I anslutning till normarbetet utfördes ett behovsanpassat forsknings- och utvecklingsarbete. Detta arbete har till större del utförts med anslag från Statens råd för byggnadsforskning och resultaten av undersökningarna har redovisats dels i normerna samt dels i olika tidskriftsartiklar och rapporter, (1)—(6). Bland de olika ämnen som upptagits till behandling och som spänner över ett brett material- och konstruktionstekniskt register skall här endast beröras den grundläggande frågan, hurvida aluminium som konstruktionsmaterial är jämförbart med stål ifråga om konstruktionens lastupptagande förmåga och säkerhet. Målsättningen har varit att i möjlig mån tillvarata erfarenheterna från stålsidan ifråga om såväl konstruktionsteknik som val av skäligen säkerhetsfaktorer.

Säkerhetsfrågan intar som bekant en central ställning i normer som reglerar konstruktions- och utförandekraven. Nivån för säkerhet mot kollaps av ett bärverk, som kan ske i form att ett materialbrott eller av en instabilitet grundas vid ett känt material på teoretiska överväganden i kombination med en — som regel — positiv erfarenhet. Skall samma nivå vara acceptabel vid ett annat material måste grundvalarna för nämnda teoretiska överväganden vara jämförbara.

Som grund för bedömning av säkerhetskravet gäller härvid materialets beteende under en tilltagande belastning, dvs materialets arbetsförmåga, som vanligen karakteriseras genom en  $\sigma$   $\epsilon$  arbetskurva, fig 4.

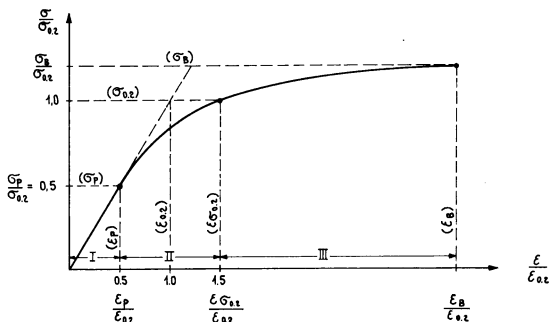


Fig 4. Generell arbetskurva för konstruktionslegeringar av aluminium.

Skillnaden mellan aluminium och stål består i detta hänseende i att aluminium grovt kan karakteriseras som ett *elastoplastiskt material* medan stål under en pålastning upp till en distinkt spänningsgräns approximativt uppvisar elastiska förhållanden. Elastoplastiskt beteende innebär att det inte råder proportionalitet mellan en pålagd spänning och den därav föranledda formändringen.

Som effekt av en plasticering kan exempelvis nämnas kvarstående nedböjningar efter en transversalbelastning eller kvarstående bucklor efter en tryckbelastning.

Resultaten av de utförda teoretiska och experimentella undersökningarna kan sammanfattas i att ett bärverk av aluminium vid *böjningsbelastning* har samma lastupptagande förmåga som motsvarande stålkonstruktion med samma hållfasthetsvärden, varför båda materialen i säkerhetskänseende kan anses vara likvärdiga. De kvarstående formändringarna är vid de aktuella konstruktionslegeringarna under brukslast av försumbar storleksordning. Beräkning och dimensionering av i huvudsak böjningsbelastade bärverk av aluminium kan därmed ske med utgångspunkt från gängse teorier.

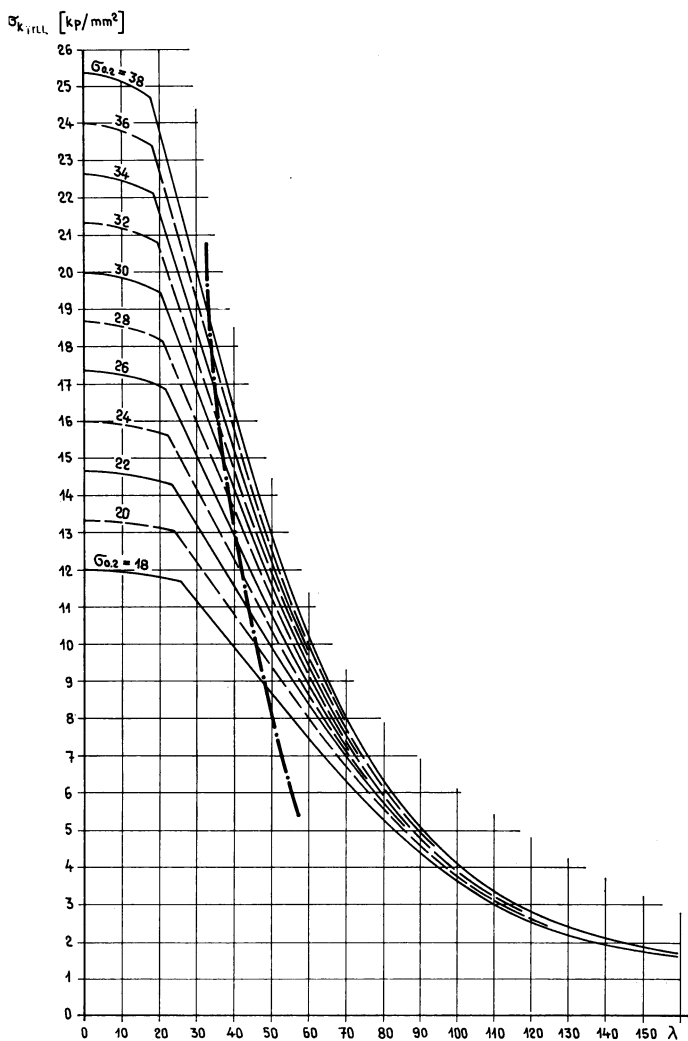


Fig 5. Tillåtna knäckningsspänningar för aluminiumkonstruktioner beroende av slankhetstalet och  $\sigma_{0,2}$ -värdet.

Vid tryckbelastade bärverk med risk för instabilitet i form av knäckning, buckling eller vippning måste däremot hänsyn tas till materialets elastoplastiska beteende. Den i förhållande till stål lågt liggande proportionalitetsgränsen medför här, att på grund av ökade formändringar i bärverket brottskedet uppnås vid lägre spänningar i tvärsnitt av aluminium än vid stål. Detta förhållande beaktas normmässigt genom införande av speciella knäckningskurvor, där effekten av plasticieringen inom delar av tvärsnittet är inarbetad, jfr fig 5.

En sammanfattande behandling av till det nämnda problemkomplexet hörande frågeställningar finns i Byggforskningens rapport 32:1968. Det kan också nämnas att där framlagda resultat kvalitativt och i en viss utsträckning kvantitativt är tillämpliga för andra material med elastoplastisk arbetsförmåga, såsom draget eller höglegerat stål, koppar och hårdplast.

Ett framtida forskningsarbete på aluminiumområdet i fråga om konstruktioners lastupptagande förmåga kan således med fördel inkludera ett samtidigt studium av andra för byggnadstekniken viktiga material med elastoplastiskt beteende.

Tillkomsten av kvalificerade dimensioneringsregler för aluminiumkonstruktioner möjliggör ett rationellt utnyttjande av materialet och leder till ekonomiskt intressanta konstruktionsalternativ på områden där hittills stålkonstruktioner har dominerat.

Här refererade undersökningar har presenterats vid konferenser inom *EUROSTAL* (European Convention of Constructional Steelwork Associations) och *CIDA* (Centre International de Development de l'Aluminium) och lett till ett intimt samarbete med de organ inom stål- och lättmetallsektorn som på europeisk basis kommer att lägga fram rekommendationer för utformning av de nationella normerna.

#### LITTERATUR:

1. *Aluminiumkonstruktioner, Försöksnorm och kommentarer 1966*, SVR:s Förlag AB.
2. *Aluminiumkonstruktioner, Försöksnorm och anvisningar för behandling av stabilitetsproblem*, under utgivning.
3. BAEHRE, R. — BRÖCHNER, I. — SJÖLUND, J., *Untersuchungen zur Anwendung der plastischen Tragwerkbe-*



messung, Väg- och Vattenbyggaren 8—9, 1965, SVR:s Förlag AB.

4. BAEHRE, R., *Das Tragverhalten von biegungsbeanspruchten statisch bestimmten und statisch unbestimmten Balken aus elastoplastischem Material — theoretische und experimentelle Untersuchungen*, Acta Polytechnica Scandinavica, Civil Engineering and Building Construction, Series No 51, 1968, Elanders Boktryckeri AB, Göteborg.
5. BAEHRE, R., *Tryckta strävor av elastoplastiskt material — några frågeställningar (Vergleichende Untersuchungen zum Tragverhalten von Druckstäben aus elastoplastischem und idel-elastisch-plastischem Material)*. Väg- och Vattenbyggaren 3, 1966, mit einer Zusammenfassung in deutscher Sprache in (6).
6. BAEHRE, R., *Theoretische Untersuchungen zum Tragverhalten von Druckstäben aus elastoplastischem Material*, Das Schwedische Staatl. Institut für Bauforschung, Rapport Nr 31:1968.
7. BAEHRE, R., *Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Bemessungsgrundlagen für Tragwerke aus elastoplastischem Material*, Das Schwedische Staatl. Institut für Bauforschung, Rapport Nr 32:1968.

## ***Svensk brandforskning visar nya vägar***

Under den senaste femtioårsperioden har de direkta brandskadekostnaderna uppvisat en markant ökning från 15 Mkr år 1915, 55 Mkr år 1945, 120 Mkr år 1955 till 200 Mkr år 1965. Om man härtill lägger uppskattade kostnader för indirekta brandskador — driftstörningar m m — förlust av människoliv, arbete och bostäder, kostnader för släckande brandförsvar samt brandförsäkringsväsendets administrationskostnader, erhålls för de årliga totala brandförsvars- och brandskadekostnaderna i dagens läge det ungefärliga värdet 1 1/4 miljard kronor. Detta värde är av en sådan storleksordning, att det måste betraktas som samhällsekonomiskt starkt angeläget att det om möjligt reduceras genom en noggrann avvägning av kostnaderna för brandförsvaret i förhållande till brandskadekostnaderna.

Har vi då i dagens läge tillräckligt kunskapsunderlag för att genomföra den antydda optimeringen av brandförsvarsåtgärderna. Svaret på denna fråga måste dessvärre bli att så inte ens tillnärmelsevis är fallet. Härav följer logiskt att en intensifiering av forskningsinsatserna på hithörande områden har stora möjligheter att ge snabb ekonomisk utdelning.

Som en del av brandförsvarskostnaderna ingår kostnaderna för det byggnadstekniska brandskyddet, vilket kan beräknas till ca 2 % av investeringsvolymen för byggnader eller till ca 200 Mkr. Från svensk sida har det forskningsmässiga intresset särskilt koncentrerats på denna del av brandförsvaret och man kan utan självförhävelse konstatera att insatserna i detta avseende väckt internationell uppmärksamhet. För att underlätta ett målmedvetet val av forskningsuppgifter inom Norden har på svenskt initiativ utarbetats ett långsiktigt program för nordisk brandteknisk forskning. De i Sverige genomförda, pågåen-

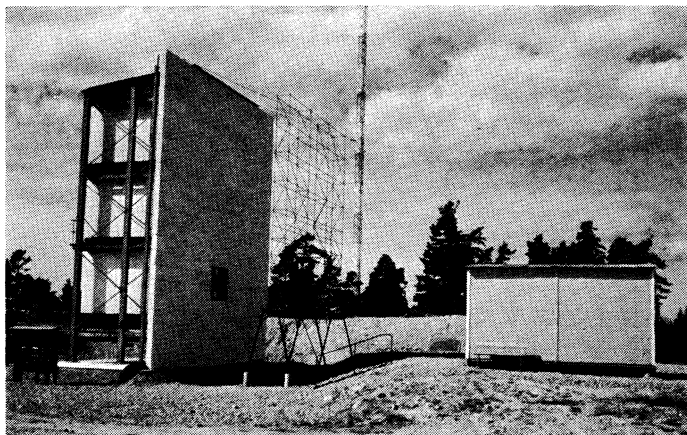
de och planerade arbetena inom den byggnadstekniska brandforskningen tillhör i huvudsak någon av följande huvudgrupper, vilka samtidigt utgör väsentliga etapper i en kvalificerad brandteknisk dimensionering av bärande och avskiljande byggnadsdelar.

1. Brandbelastning
2. Brandförlopps-karakterisering
3. Byggnadsmaterialens värmetekniska data samt hållfasthets- och deformationsegenskaper vid förhöjda temperaturer
4. Temperaturer i brandutsatta konstruktioner
5. Byggnadsdelars brandmotstånd och statiska verkningssätt.

Inom den första huvudgruppen, brandbelastning, framstår en kartläggning av mängd och typ brännbart material i olika typer av lokaler som en av de mest angelägna uppgifterna. Sådana arbeten — vilka innebär fältundersökningar av personal- och kostnadskrävande art — är hittills endast utförda i mycket begränsad omfattning, men utgör nödvändiga förutsättningar för att forskningsresultat inom övriga huvudgrupper skall kunna nyttiggöras i full utsträckning.

Som isolerat exempel på pågående forskningsarbete av större omfattning kan nämnas ett experimentellt och teoretiskt studium av brand- och rökspridning längs fasader och i ventilationskanaler. Arbetet — som utförs med anslag från byggforskningsrådet, försäkringsbolag samt ett flertal industrier — har pågått under ett par år och avser bl a att ge underlag för brandtekniska krav på fasadmateriäl, vilket får ses mot bakgrunden av de nya, brännbara material — främst plaster — som nu håller på att vinna insteg på byggnadsmaterialmarknaden. Vid de i undersökningen ingående fullskaleförsöken, som utförs i en för ändamålet särskilt uppförd byggnad, kartläggs noggrant brandens värme- och massabalans med hjälp av en instrumentutrustning vars omfattning torde vara unik i brandsammanhang, även internationellt sett (fig 1). I utrustningen ingår bl a fortlöpande elektronisk vägning av bränslet under branden samt mätning av temperaturer och värmeflöden i ett stort antal punkter. Vidare ingår ett automatiskt datasamlings-system för avläsning och redigerad utskrivning i digital form av de uppmätta temperaturerna.

Flera svenska forskningsarbeten har behandlat möjligheterna

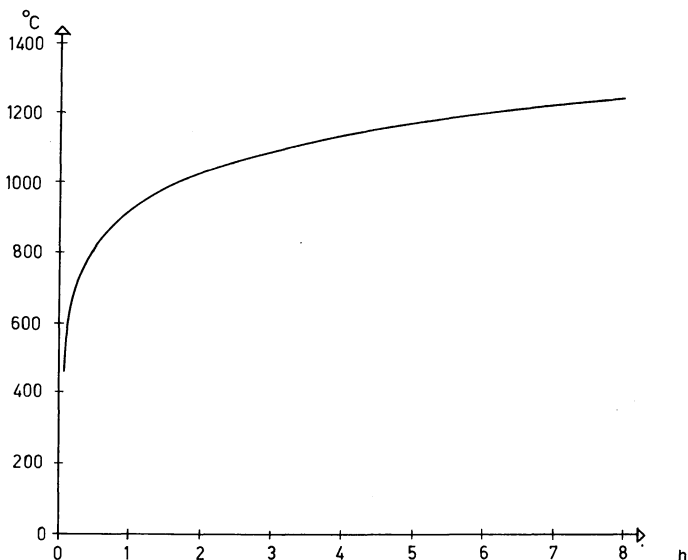


*Fig 1. Byggnad för studium av brand- och rökspridning längs husfasader och i ventilationskanaler.*

att teoretiskt beräkna brandmotståndet i olika avseenden hos byggnadsdelar. Resultaten har i stora delar varit ytterst uppmantrande och i en del fall direkt tillämpats vid projektering. Det kan här med stor tillfredsställelse konstateras att vid utformningen av de brandskyddstekniska krav och anvisningar, som ingår i Svensk Byggnorm 67, den framtida utvecklingen har beaktats så att nya forskningsresultat snabbt skall kunna komma praktiken till godo.

Den traditionella dimensioneringstekniken vad avser det byggnadstekniska brandskyddet är baserat på ett hårt schematiserat antagande om brandtemperaturens tidförlopp vilket förutsätts följa den s k "standardbrandkurvan" (fig 2). Som exempel på den nyansering som möjliggörs enligt Svensk Byggnorm 67 kan nämnas att, för vissa fall, alternativa brandtemperaturtidförlopp beroende av storlek och geometri hos fönsteröppningar får användas vid dimensionering (fig 3).

Som sammanfattning av denna mycket korta orientering om svensk byggnadsteknisk brandskyddsforskning kan konstateras, att vi ligger väl framme internationellt sett, särskilt vad gäller planerande och teoretiska arbeten. För den framtida verksamheten finns det emellertid enligt min uppfattning två stora frågetecken. Det första gäller de i väsentliga delar utomordent-



*Fig 2. Samband mellan brandrumstemperatur och brandtid vid standardiserat brandprov.*

ligt otillräckliga laboratorieresurserna för brandteknisk forskning som vi idag förfogar över. Dessa försvårar eller omöjliggör den experimentella uppföljning av de teoretiska arbetena, som är nödvändig för ett framgångsrikt fortsatt arbete. Denna brist torde i viss mån bli avhjälpt då Statens provningsanstalt i början eller mitten på 70-talet får nytt brandtekniskt laboratorium i den planerade tekniska institutionsstaden på Järvafältet, men till dess föreligger otvivelaktigt en risk för stagnation och för att Sverige förlorar det gynnsamma utgångsläge för påverkan på den internationella brandtekniska forskningen, som vi hittills uppnått.

Det andra frågetecknet gäller ett rekryteringsproblem. Frågor som berör det byggnadstekniska brandskyddet ligger mer eller mindre ocentralt inom läroplanerna för ett flertal institutioner vid våra tekniska högskolor — de är av utpräglat tvärvetenskaplig art. Detta medför svårigheter att för brandforskningsverksamhet intressera kvalificerade forskare, vilket ytterliga-

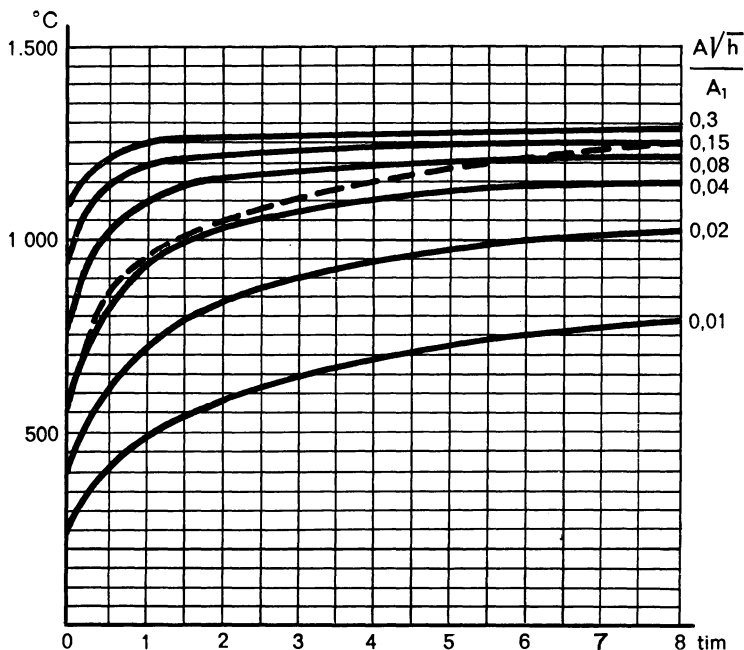


Fig 3. Samband mellan brandrumstemperatur och brandtid för varierande öppningsfaktor  $A\sqrt{h}/A_t$  där  $A$  är summan av öppningarnas ytor,  $h$  ett med hänsyn till respektive yta vägt medelvärde av öppningshöjderna samt  $A_t$  den sammanlagda ytan av väggar, golv och tak (inklusive öppningar).

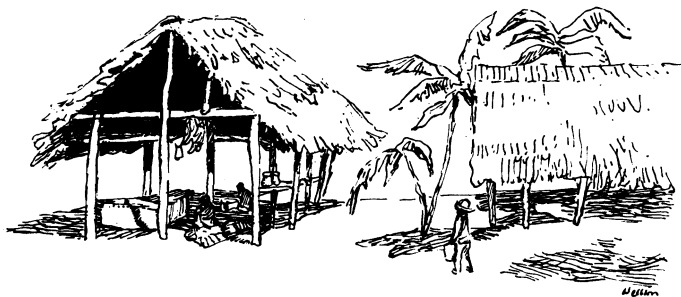
re kompliceras av att huvudparten av de fasta laboratorieresurserna tillhör och är nödvändiga för verksamheten vid Statens provningsanstalt, som dock inte har något organisatoriskt samband med de tekniska högskolorna. En möjlig lösning på det skisserade problemet vore att ett samarbete etablerades, innebärande en regelmässig inpassning av brandskyddsfrågorna i undervisningen med utnyttjande av personal från Statens provningsanstalts brandlaboratorium. Samtidigt borde ett sådant arrangemang stimulera examensarbetare, licentiander och doktorander att satsa på ett forskningsfält, som ännu bara bearbetats till en liten del och som därför måste bedömas ha i hög grad framtiden för sig.



## ***Byggnadsklimatologi – nytt forskningsområde***

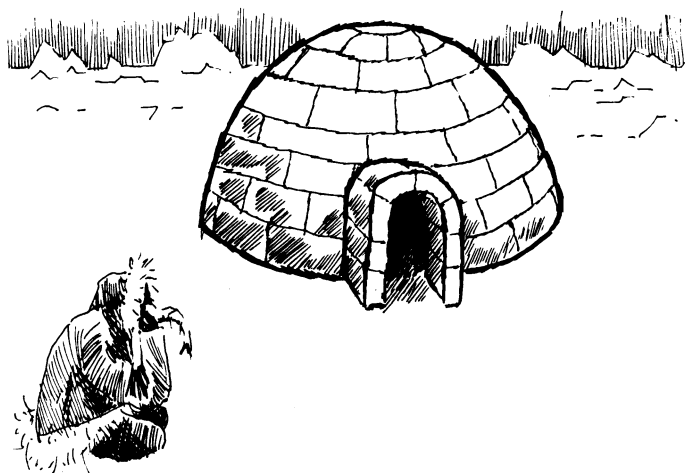
Dagens byggnadsforskning har en målsättning som är inriktad på minskade kostnader med tillfredsställande standard. En väg att nå detta mål går via exaktare dimensionering av byggnader med väl motiverade funktioner. Byggnadsklimatforskningen bidrar till detta genom att precisera dimensioneringsunderlaget vad beträffar uteklimatets påfrestningar på hus och ge motiverade krav på husets inneklimat.

Det nya i byggnadsklimatologin är alltså att presentera klimatkunskap som gör det möjligt att anpassa husen efter det klimat som råder där byggnaden är uppförd och ge dem ett inneklimat passande för människorna som skall vistas där. Egentligen är det förvånansvärt att detta skall kallas ett nytt forskningsområde. Redan för flera tusen år sedan kunde man i tropiska trakter bygga svalt genom att förse husen med utskjutande skuggande tak och utnyttja svalkan från brisen som blåste genom de öppna byggnadskonstruktionerna (fig 1). I arktis gjorde man tvärtom: gav huset en helt stängd form med



*Fig 1. Öppen byggnadsform i tropiska klimat*

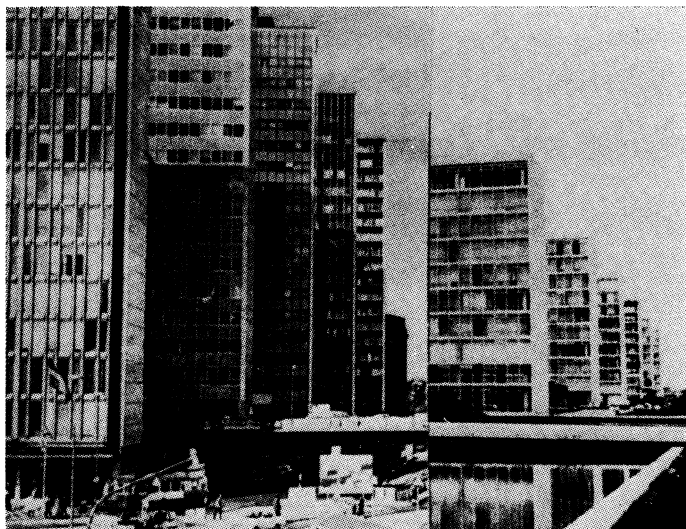




*Fig 2. Igloon — en värmebesparande konstruktion i Arktis*

minsta möjliga avkylningsyta och skyddade ingången från isande vindar. Igloon är ett extremt exempel på värmebesparingsbyggande (fig 2).

Denna erfarenhetsmässiga kunskap om hur man skall anpassa byggandet så att det kompenserar för klimatets påfrestningar och ger en behaglig miljö att vistas i håller emellertid på att försvinna. Världen över tenderar husen att bli likadana. Är det t ex rimligt att höghusen vid Hötorgscity i Stockholm skall vara till förväxling lika dem i Brasilia? (fig 3). Måste hotellfasaden i Tokyo vara en kopia av Pirelli-huset i Milano? (fig 4). Är det vettigt att följa ett mode som resulterar i likadana glasfasader över hela världen? (fig 5). Kombinerar glaset med lätt fasadmateriel tränger solvärmen snabbt genom väggen och gör rummen åt solsidan olidligt heta om man inte kostar på dyrbar kylning. Samtidigt måste man värma rummen på skuggsidan för att värmeutstrålningen genom de stora fönstren inte skall resultera i en obehagligt låg innetemperatur. Hur stor skall den ekonomiska vinsten av ett höghus vara för att kompensera dess verkan av vindfångare som för ner de starkare höjdvindarna till gatans nivå och gör promenadstråken runt huset onödigt och obehagligt blåsiga? (fig 6).



*Fig 3. Höghus med likadant utseende i Stockholm 60° nordlig bredd och Brasilia 20° sydlig bredd*



*Fig 4. Samma fasader i Tokyo och Milano*



*Fig 5. Stora inglasade ytor släpper direkt in strålningsvärme.*

Exemplen visar behovet av en ny form av klimatkunskap som kan användas i olika stadier av byggprojekteringen och påverka utformningen av det färdiga huset så att det får optimala klimatprestanda.

I detta syfte arbetar klimatgruppen vid Statens institut för byggnadsforskning med utredningar som skall ge kunskap både om uteklimatets påfrestningar och om önskemålen beträffande ett behagligt inneklimat.

*Uteklimatets påfrestningar* studeras i två olika etapper. Grunden för klimatpåfrestningarna ges av de förhållanden som råder i makroklimatet. En primär uppgift är därför att sammanställa relevanta klimatparametrar på ett sätt som gör dem direkt användbara för byggprojektering och byggindustri.

Klimatgruppen har i detta syfte inlett ett samarbete med Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) som skall resultera i en "Klimatdatabok" där för byggandet relevanta klimatvariabler presenteras i en form som passar tekni-



*Fig 6. Höghus som står upp ur omgivningen för med starka höjdvindar till gatunivå som synes på den infällda vindtunnelbilden*

kernas arbetsätt. Av de frågeställningar som är aktuella att behandla i en sådan klimatdatabok kan nämnas några exempel på olika planeringsnivåer.

Regionplaneringen bör få bättre möjligheter att bedöma i vad mån lokala klimatskillnader kan påverka fördelningen av mark till fritidsbebyggelse, industribebyggelse etc.

Stadsplaneringen behöver noggrann kartläggning av genomluftningen i en stad för att kunna förlägga bostadskvarteren så att de inte besväras av luftföroreningar från industriområden. Förhärskande vindriktning och den vertikala vindhastighetsgradienten har betydelse för normer om hushöjder och rekommendationer om uteplatsers placering. Markens utnyttjande för olika ändamål kan påverkas av lokala skillnader i nederbördsintensitet. Stora snömängder med hög frekvens under en lång vinter kan t ex medföra krav på breda gator som tillåter snölagring utan att trafikens framkomlighet minskas.

Husbyggandet, slutligen, behöver meteorologisk information av ett slag som hittills knappast existerat. Hittills har både byggnadsstatiker och installationstekniker grundat sina beräkningar på meteorologiska data uppmätta i makroklimatet. De verkliga påfrestningarna bestäms emellertid av de förhållanden som råder i husets omedelbara närhet — i klimathöljet.

Den andra etappen i studiet av utklimatets påfrestningar är därför att beskriva klimathöljet. I fig 7 framgår vilka förändringar som byggnaden kan ge upphov till. Vindhastigheten bromsas t ex till noll där luftrörelsen stagnerar mot husväggen och där lävirvlar bildas bakom skärmande husnock och utsprång. På andra ställen kan den accelereras till att bli flera gånger högre än medelvindstyrkan. Som framgår av figuren händer detta t ex utefter hustaken. Den hastighetsförändring som byggnaden orsakar ger upphov till både upp- och nerriktade vindlaster, som med kraftiga vindstötter och ogynnsamma konstruktioner kan bli så stora att taket pressas ihop eller sugslös. Sådana lokala förändringar av vindhastigheten påverkar också tryckförhållandena kring huset så att bakdrag kan uppstå i ventilationskanaler och skorstenspipor. I figuren är antytt ett sådant fall där oset från köksspisen sugas tillbaka genom rökkanalen till öppna spisen och förs in i boningsrummen. Ett annat exempel på vad en oförutsedd tryckfördelning i och kring huset kan orsaka är överledning av wc-lukt mellan kanaler med närliggande utlopp. Byggnadens geometri förändrar också vindens riktning. I husets omedelbara närhet kan strömningsriktningen t o m blir helt motriktad den som råder någontal meter från huset. Detta förhållande accentueras ytterli-

gare om termiska drivkrafter tas med i bilden. På grund av solstrålning mot husets läsida kan avsevärda lokala temperaturskillnader uppstå. I figuren är ett fall inritat där den officiellt registrerade utetemperaturen lokalt ökat med flera tiotal grader genom solstrålning mot läfasaden.

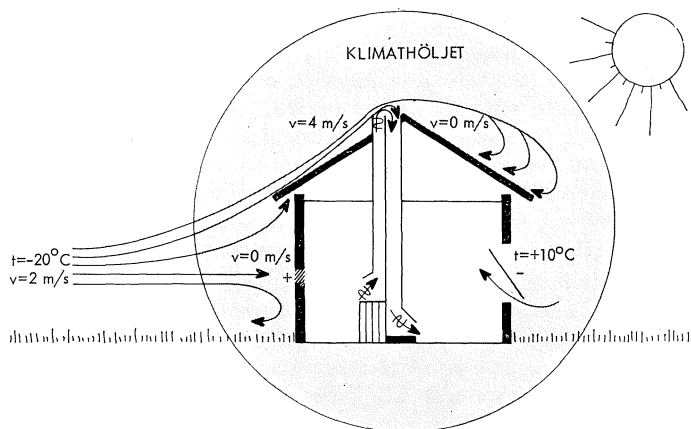


Fig. 7

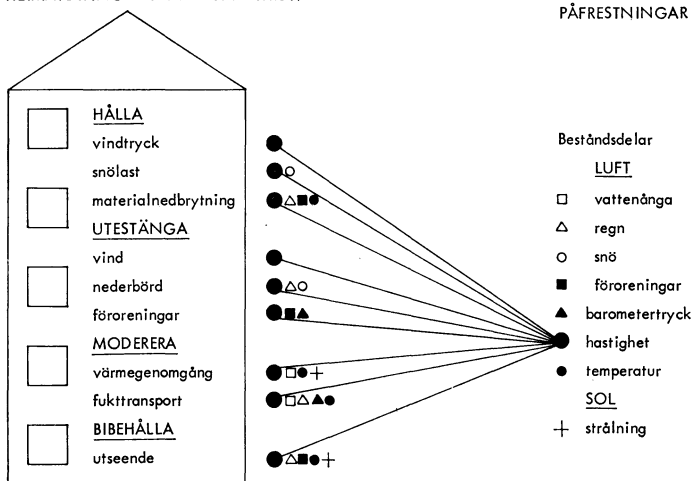
Klimatparametrarnas förändring i husets omedelbara närhet orsakar också sekundära effekter som kan öka påfrestningarna på byggnaden. Slagregn kan drivas mot fasaden i oförutsedda riktningar. Fogar med nedåtriktade öppningar kan sålunda vattenfyllas snett underifrån. Genom ventilationsöppningar under takfot kan regn och snö föras in i vindsutrymmet. På takets läsida kan snöanhopningar ge en avsevärd lastökning. Rök från skorstenen kan slå ner utefter husväggen, sugas in i friskluftsintag, smutsa fasadytan. Detta gäller naturligtvis också för damm, svaveldioxid och andra luftföroreningar som virvlas upp, ansamlas på fasaden och förorsakar nedbrytning av ytmaterialet.

Först när man känner till principerna för denna ömsesidiga påverkan mellan klimat och bebyggelse och kan beskriva situationen i klimathöljet runt huset är det möjligt att kvantifiera uteklimatets verkliga påfrestningar. Avsikten är därför att i ett senare skede kunna ge sambandet mellan meteorologiska noteringar och förhållandet i klimathöljet i form av expositions-

funktioner. Två parametrar är hittills under observation. De gäller snö och slagregn. Snöförhållandena i Sverige ger en last på hustaken som väsentligt påverkar deras konstruktion. Här söker man sambandet mellan den officiellt uppmätta snömängden på mark och den resulterande snölasten på tak. I ett sådant expositionssamband ingår å ena sidan meteorologiska parametrar såsom nederbörds mängd, lufttemperatur, vindstyrka och vindriktning samt å andra sidan tekniska parametrar såsom husets geografiska belägenhet, orientering, takvinkel och takmaterialets strävhet. Slagregn studeras på liknande sätt. Genom att använda SMHI:s information om slagregns mängder på fritt belägna mätare och genom att utföra egna mätningar av slagregn som träffar husfasaden hoppas vi få ett expositionssamband som ger den tekniska påfrestningen om man känner till de meteorologiska utgångsförutsättningarna.

För ett systematiskt studium av sambandet mellan byggutformning och klimatpåfrestning kan man emellertid inte använda fullskalestudier utan måste utveckla laboriemetoder. En sådan måste kunna simulera vindrörelser kring huset eftersom dessa inverkar på alla klimatbetingade funktionskrav som framgår av fig 8. Byggnadens hållfasthet mot vindtryck, snölast och materialnedbrytning är bl a beroende av lufthastigheten. Byggnadens förmåga att helt utestänga vind, nederbörd och föroreningar sammanhänger med hastigheten varmed dessa förs mot fasaden. Byggnadens värme- och fuktutbyte med omgivningen påverkas starkt av vindrörelserna. Byggnadens utseende förändras snabbare om luftföroreningar och regn förs med stor kraft mot fasaden.

Projektet "Vindtunnelstudier" är avsett att visa hur generell en sådan laboriemetod kan bli för att i första hand kvantifiera vindkrafter, tryckfördelning och vindhastigheter vid olika bebyggelseutformning, i andra hand simulera regn, snö och föroreningar i luften och i tredje hand ge en bild av mer integrerad klimatpåverkan, t ex det termiska klimatet runt hus. Husens klimatprestanda är emellertid inte definierade om inte påfrestningarna utifrån sätts i relation till lämplig *inneklimatestandard*. En bestämning av vad som är lämplig standard måste ske av den som företräder konsumenten, dvs oftast byggherren. Som underlag för byggherrens beslut bör forskningen dels tillhandahålla tolerabla max- och minvärden för varje enskild klimatparameter, dels kvantifiera betydelsen av en förändring



*Fig 8. Lufthastigheten i klimathöljet har stor betydelse för byggnadens klimatprestanda*

i en variabel så att den kan jämföras mot förändringen i en annan, dvs ge grund för de olika klimatparametrarnas optimala samverkan. Detta arbete kräver att metoder etableras både för att fysikaliskt mäta storleken av varje klimatvariabel och för att översätta de fysikaliska värdena till deras integrerade verkan på människans bedömning. Sådana metoder ger i sin tur möjlighet att i efterhand kontrollera att avsedd klimatstandard uppnåtts.

På inneklimatsidan har verksamheten främst inriktats på värmeaspekten — den klimatfaktor som kostar mest att hålla under kontroll i dagen byggnader. Värmeaspekten sammanhänger intimt med ljuskvaliteten inomhus. Dåligt grundade krav på höga belysningsstyrkor och aningslös projektering med stora inglasade fasadytor skapar nämligen en värmestrålning som kräver kostsamma kylningsåtgärder om temperaturen skall hållas behaglig. Genom samarbete mellan klimatgruppens två forskningsstationer — klimatlaboratoriet i Lund och dagsljuslaboratoriet vid KTH — har en god utgångspunkt skapats för en integrerad bedömning av optimal samverkan mellan ljus och värme. Som exempel kan nämnas att samplanerade expe-



riment över å ena sidan skolbarns bedömning av olika belysningskvalitet och å andra sidan skolprestationers beroende av temperaturen i klassrummet gett vid handen att en ökning av belysningsstyrkan över ett par hundra lux förbättrar bedömningen mindre påtagligt än vad en ökning av temperaturen över 25—27° C försämrar prestationen (fig 9).

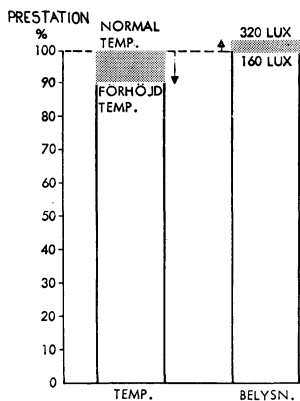


Fig 9. Presentation av klimatparametrars inbördes betydelse — temperaturförhöjning ger större nackdelar än de fördelar som åstadkommes genom viss belysningsökning

Detta har praktiskt medfört att man strukit det traditionella belysningskravet för klassrum (2 % dagsljusfaktor på sämst belysta bänk och fönster mot soliga vädersteck) som medför att vårtemperaturen i skolsalarna ofta ligger kring 30° C.

Vidare samarbete för att belysa den integrerade verkan av värme och ljus planeras inom projektet "Klimatvärdering". För att möjliggöra en fullständig klimatoptimering måste detta projekt inom de närmaste åren ta upp inverkan av ytterligare klimatparametrar. Dålig luftkvalitet och buller utgör här två viktiga störningskällor som visat sig ha stor betydelse för bedömning av det integrerade klimatet.

Innan de integrerade studierna kan angripas konsekvent måste forskningen emellertid ge bättre underlag för att bedöma de enskilda klimatparametrarnas inverkan på människan och skapa mätmetoder som fysikaliskt beskriver lämpliga gränsvärden

för olika kvaliteter. I denna avsikt skall klimatlaboratoriet i Lund utvidga värmestudierna med fysiologiska reaktioner på strålningssuppvärmning och beklädnadens inverkan på komforttemperaturen. Vid dagsljuslaboratoriet planeras — närmast inom projektet "Psykologisk utvärdering av skolbelysning" — en uppföljning av hur olika ljuskvaliteter påverkar den subjektiva bedömningen.

En sammanfattning av klimatforskningen inom byggforskningsinstitutet kan kortfattat beskrivas genom fig 10.

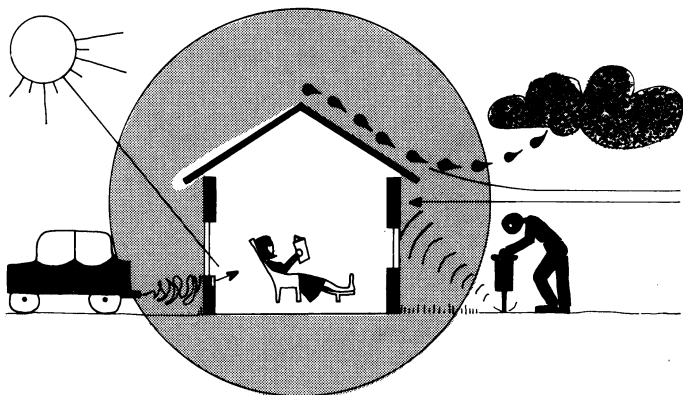


Fig 10. Huset skall motstå uteklimatets påfrestningar och ge ett behagligt inneklimat.

På *uteklimatsidan* pågår arbete att presentera makroklimatdata i en form som är relevant för byggandet. För att kvantifiera de verkliga klimatpåfrestningarna på huset måste emellertid visas hur dessa makrodata förändras i klimathöljet i husets omedelbara närhet. En förutsättning för ett systematiskt studium av den ömsesidiga påverkan mellan klimat och bebyggelse är att laboriemetoder såsom vindtunnelstudier vidareutvecklas. För att kontrollera dessa prov och för att studera inverkan av mer komplexa klimatsammansättningar fordras punktvisa fältstudier.

På *inneklimatsidan* pågår arbete att översätta subjektiva reaktioner på olika klimatyttningar i fysikaliska termer och därige-

nom skapa metoder att beställa ett inneklimat med samtliga parametrar inom givna gränsvärden. Sådana mätmetoder ger också möjlighet att kontrollera klimatutfallet i det färdiga huset. För en ekonomisk optimering av det sammansatta inneklimatet måste arbetet vidare inriktas på att värdera olika klimatstorheter i jämförbara mått.

## ***Vägar till bättre ventilation***

Varje fungerande ventilationsanläggning har alltefter graden av komplexibilitet olika prestandaegenskaper och självklart olika kostnader. Utan att närmare analysera mätetalet för anläggningens prestanda i ett eller flera väsentliga hänseenden förutsätter vi att ett sådant mått kan konstrueras och därmed åskådliggöras såsom en koordinataxel. Vi antar likaledes att detta gäller kostnaden för anläggningen. Härigenom kan anläggningstypen i väsentliga hänseenden representeras såsom en kurva i koordinatsystem med prestanda- och kostnadsaxlar, fig 1. För att konkretisera detta tänker vi oss att rumstemperaturen önskas hållas under en viss nivå. Denna temperaturnivå får då utgöra ett mått på anläggningens prestation. Man kan tänka sig anläggningen uppbyggd på två olika sätt. Antingen kan den förses med maskinell kylning (I) och arbeta med relativt små luftflöden eller också kan den utan maskinell kylning arbeta med ett alltefter utetemperaturen varierande luftflöde (II). I det senare fallet begränsas givetvis prestationsnivån. På så sätt får man i vårt koordinatsystem två anläggningskaraktäristikor av principiellt olika utseende såsom framgår av fig 1. Vilken av dessa anläggningar är nu den bättre? Man ser genast att en ändamålsenlig definition av begreppet "bättre" kan knytas till den minimikostnad som utgörs av de båda heldragna grenarna. Man ser därmed att så länge ej funtionskraven klarlagts saknar denna definition av "bättre" mening, eftersom bästa kurvan sammansätts av två olika anläggningstyper. Vi måste därför till begreppet "bättre" alltid knyta begreppet "prestationskrav". Detta begrepp utgörs mycket ofta av en vertikal linje i vårt diagram.

Utvecklingen inom våra ventilationsföretag syftar givetvis till att på ett gynnsammast möjliga sätt förändra läge och struktur hos de kurvor som exemplifierats. Självklart bör ventilationsföretagen ej i någon större utsträckning påverka prestations-

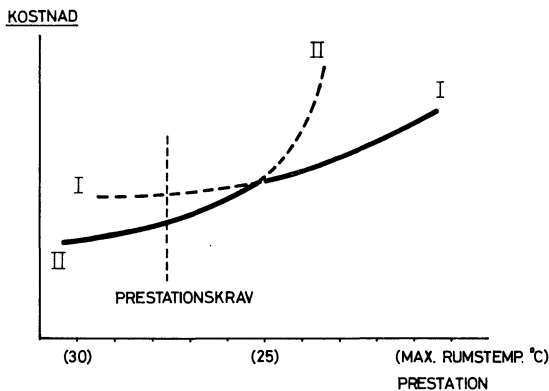


Fig 1. Exempel på anläggningskaraktäristikor  
 I-maskinellt kyld luft  
 II-okyld luft

kravslinjernas lägen. Det förefaller som om dessa ej tillerkänns den fundamentala betydelse de verkligen har.

En stor del av det forsknings- och utredningsarbete som utträtats vid institutionen för värmeteknik, KTH, under den första delen av 1960-talet har syftat till att klarlägga samband av den typ som fig 1 anger, med olika för en ventilationsanläggning väsentliga parametrar. Vi skall i det följande möta exempel härpå. Dessa undersökningar har i sin tur utnyttjats vid Kungl Byggnadsstyrelsens val av system för ventilation av statliga kontorshus.

För att belysa komplexibiliteten hos dessa problem må vi helt översiktligt börja med att studera rumstemperaturens och rumsfuktighetens variation från sekelskiftet. Ett försök att åskådliggöra dessa storheter har gjorts i fig 2. Bilden avser normala kontorshus utan särskilt accentuerad luftbehandling. Från att vid sekelskiftet ha byggt husen med relativt små fönster, tjocka värmeupptagande väggar och haft relativt liten intern värmeutveckling har vi låtit utvecklingen gå i en med avseende på rumstemperaturen sommartid ogynnsam riktning. Vi har nått en gräns där ventilationen ovillkorligen måste överta temperaturhållningen, vilket framgår av den övre kurvan

i bilden. Vintertid har kravet på ökad rumstemperatur medfört svårigheter med den relativa fuktigheten, vilket framgår av de båda undre kurvorna i bilden. Man ser härav att förutsättningarna förändras med tiden och sålunda ej i ett större sammanhang kan betraktas som konstanta.

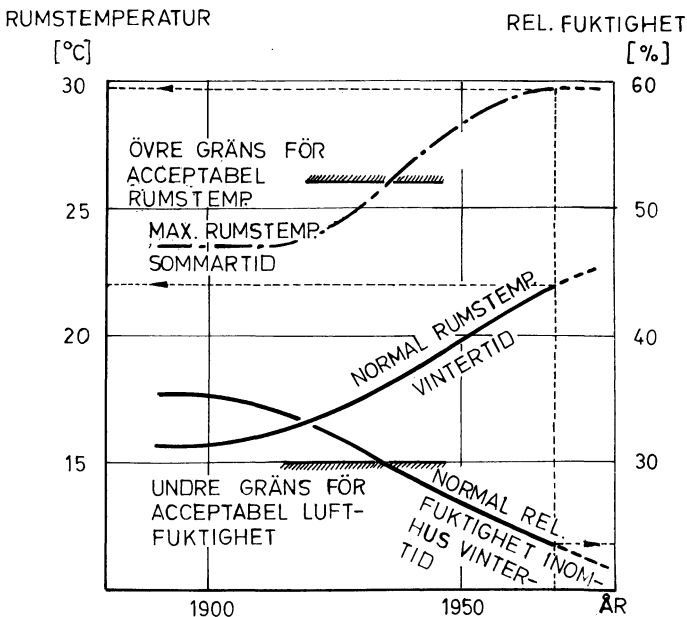


Fig 2. Det normala rumsklimatet under 1900-talet

Låt oss nu anta att prestationskraven för en anläggning på ett ändamålsenligt sätt fastlagts. Som exempel betraktar vi ett vådrum i ett sjukhus där den maximala rumstemperaturen sommartid ej får överskrida  $27^{\circ}\text{C}$ . Vi behöver inte här ingå på närmare detaljer i fråga om byggnaden. Till att börja med betraktar vi anläggningskostnaden som funktion av den relativa fönsterarean multiplicerad med transmissionsfaktorn. För att klara kravet om maximalt  $27^{\circ}\text{C}$  måste vid ökande värde på produkten alltmer komplicerade system tillgripas, vilket fram-

går av fig 3. Klass B är ett system utan kylning, klass C med för-kylning och klass D med såväl för- som efterkylning. Varje systems prestation tänks ökas genom utnyttjande av ett ökande luftflöde. Man ser att genom att hålla produkten lägre än 0,09 erhålls en "bästa" anläggning. Det ligger då nära till hands att formulera ett sidokrav i kombination med huvudkravet  $27^{\circ}\text{C}$  nämligen att produkten relativ glasarea x transmissionsfaktor skall högst få uppgå till 0,09 och undersöka om detta sidokrav medför några kostnadsändringar i fråga om byggnadsutformningen. På så sätt utvidgas arbetet till att omfatta även arkitekter och byggnadstekniker. Exempel på resultat från sådana mer omfattande undersökningar återfinns i byggnadsstyrelsens rapport nr 12 om kontorshus. Som ett andra exempel betraktar vi ventilationsanläggningens relativa årskostnad som funktion av den interna värmebelastningen i en modern kontorsbyggnad. Huvudkravet är här allt-

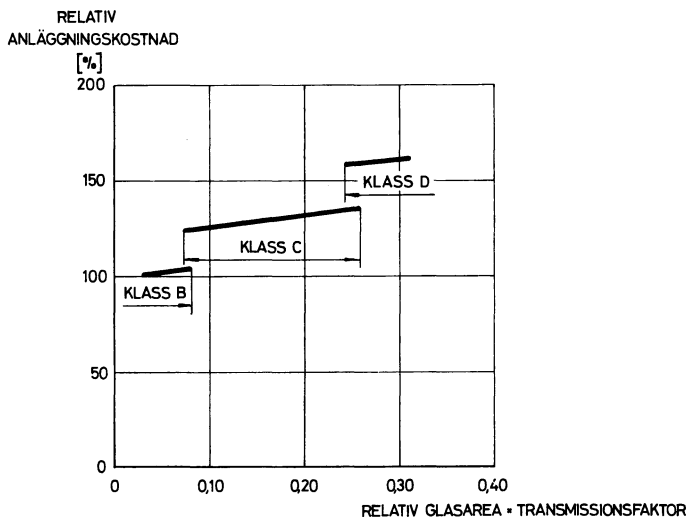


Fig 3. Ventilationsanläggning för en vårdbyggnad  
 Max rumstemperatur  $27^{\circ}\text{C}$ ,  
 intern värmebelastning  $10\text{ W/m}^2$   
 min tillåtet luftflöde  $70\text{ m}^3/\text{h}$ , patient  
 max tillåtet luftflöde  $100\text{ m}^3/\text{h}$ , patient

jämt att temperaturen sommartid ej bör överstiga  $27^{\circ}\text{C}$ . I detta fall har hänsyn tagits till det tidigare nämnda sidokravet att produkten mellan relativ fönsterarea och transmissionsfaktor maximalt är 0,09. Vi får då kurvor för olika anläggningstyper som framgår av fig 4. De olika systembeteckningarna har samma betydelse som i det föregående exemplet. Man ser här att årskostnaden inom ett intervall av 100 % dikteras av ett andra sidokrav, nämligen i fråga om den interna värmebelastningen. Har man exempelvis möjlighet att sätta sidokravet max  $20\text{ W/m}^2$  behövs ingen maskinell kylning. Detta förutsätter att belysningen släcks vid solsken, vilket i de flesta fall är ett rimligt krav. Bilden visar i övrigt de stora kostnader en ökad belysning medför i fråga om kostnader för ventilationsanläggningen. Man kan räkna med att 1000 lux medelbelysning ger ca  $50\text{ W/m}^2$  värmeutveckling vartill skall läggas värmeutveckling från människor och maskiner. Den tidigare

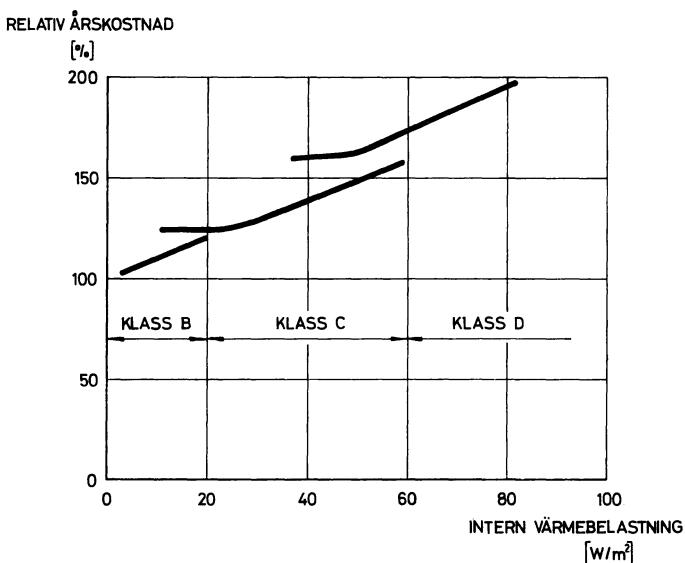


Fig 4. Ventilationsanläggning för en cellkontorsbyggnad  
 Max rumstemperatur  $27^{\circ}\text{C}$   
 relativa glasarea  $\times$  transmissionsfaktor 0,09



nämnda gruppen måste nu uppenbarligen utökas med belysningspecialister.

De valda exemplen visar med all tydlighet att "bästa" ventilationsanläggning bestäms av samspelet mellan anläggningskaraktäristikor, huvudkrav och ett antal sidokrav, där ett stort antal specialister måste inkopplas. I ett flertal statliga utredningar över sådana problem har institutionen för värmeteknik, KTH, svarat för de ventilations- och värmetekniska synpunkterna.

Vid optimeringsprocessen måste givetvis alla relevanta samband beaktas vilket ofta kan medföra ett tidsödande arbete. Ett rätt utnyttjande av datamaskiner ger oss emellertid utomordentliga möjligheter härvidlag. Man kan förutskicka att analyser av nu visad karaktär blir allt vanligare. Tillkomsten av sådana analyser medför i sin tur att kunskap vinnas om hur mycket vissa kravs uppfyllande kostar, vilket i sin tur kan leda till förändrade ställningstaganden.

Vad innebär nu ett förändrat ställningstagande? Vi begränsar oss till ett ställningstagande i fråga om prestationskraven. I princip betyder detta att den i den första bilden visade kravlinjen ersätts av en prestationskravskurva av annan karaktär.

Vi har därmed introducerat en viktig storhet i problemet, nämligen prestationskravsfunktionen eller kortare kravfunktionen. Denna funktion uttrycker kort sagt följande: "Vilka ekonomiska uppoffringar är vi beredda att göra för uppnående av vissa prestanda?"

De lagar, som dikterar denna funktion, är endast ofullständigt utredda och vi har här ett stort forskningsområde framför oss. Vi har vid institutionen för värmeteknik planlagt vissa undersökningar rörande rimliga kravfunktioner, framför allt beträffande området för partikelformiga föroreningar inom byggnader för olika verksamhetsområden. Genom tillmötesgående från Statens råd för byggnadsforskning har medel till nödvändig mätutrustning ställts till förfogande.

Avslutningsvis skall jag ge ett par, kanske i viss mån subjektiva synpunkter över kravfunktionen. Se fig 5.

Om en kravfunktion bildas som medelvärdesfunktion över en stor population, vilket är nödvändigt inom komfortventilations-tekniken, kommer den att praktiskt taget sakna diskontinuiteter. Detta innebär att det knappast existerar något som kan uttryckas som absolut nödvändigt. Det är vidare en önskan hos en säljare att funktionskurvan är så brant som möjligt, helst

av diskontinuerlig karaktär. En stor del av reklamen syftar just till att skapa sådana diskontinuiteter.

Man ser att en föreskrift av bindande minimikaraktär tvångsmässigt ombildar kravkurvan till en absolut diskontinuitet och man inser genast att sådana föreskrifter bör undvikas i största möjliga mån. Helt annat är det med begränsande föreskrifter.

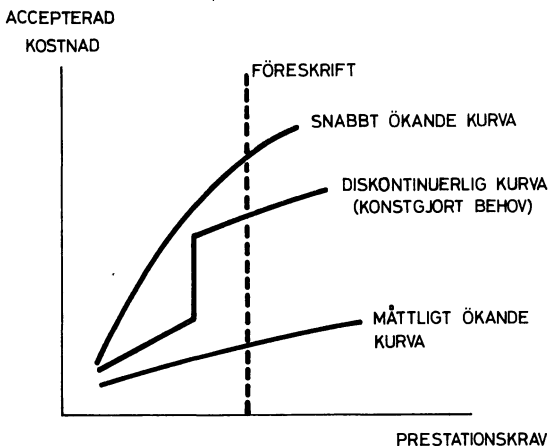
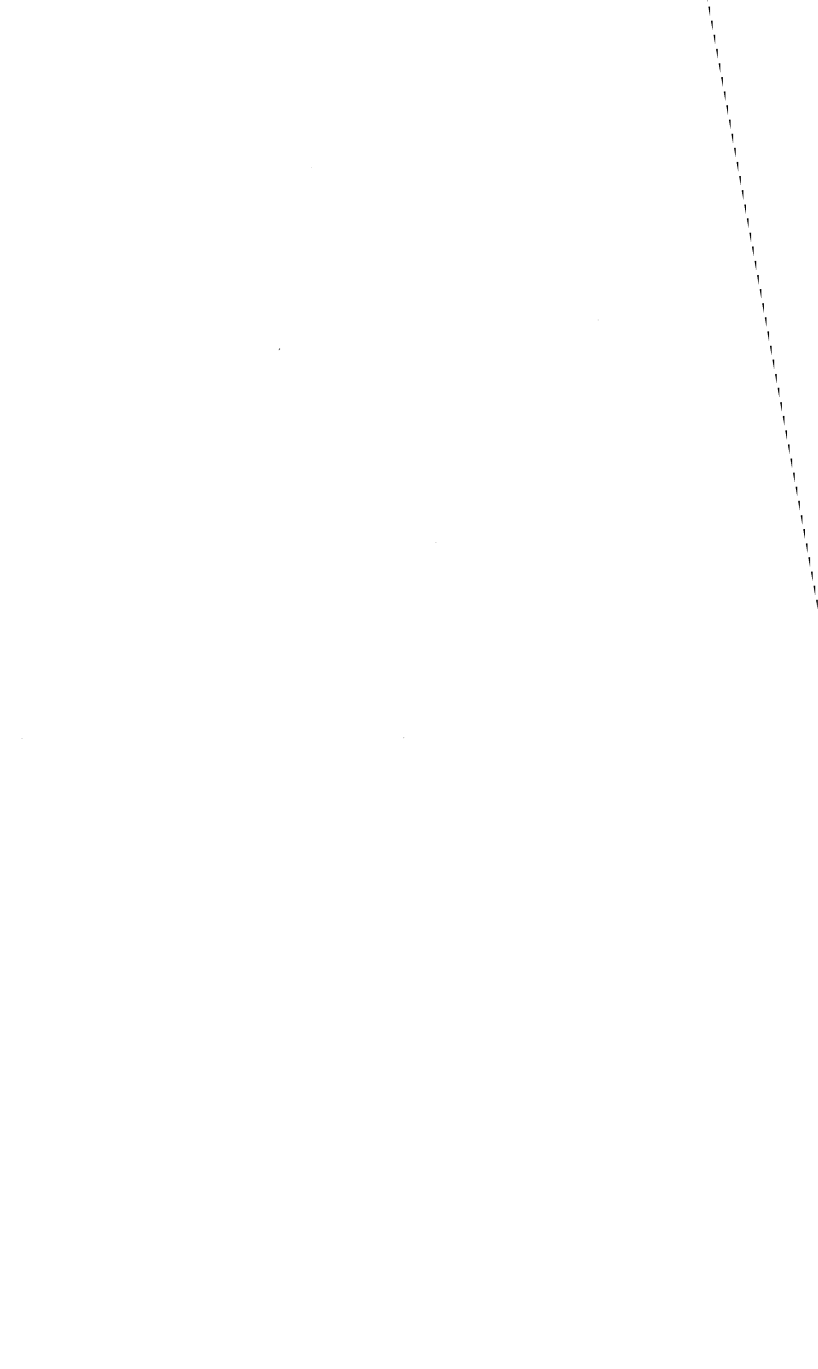


Fig 5. Exempel på kravfunktioner

Olika kravfunktioner erhålls om det gäller direkt egna eller endast indirekt egna pengar.

Man ser att ett rationellt val av ventilationsanläggning ej kan göras med mindre än att kravfunktionen analyserats och fastlagts. Jag tror att i flertalet fall är denna analys svårgenomförbar på grund av bristande primärmaterial och alltför ofta utnyttjas mer eller mindre konstruerade diskontinuiteter. Här har den konsulterande ingenjören ett stort ansvar. Ett visst tryck från tillverkarhåll måste mötas med kunnande och omdöme såväl tekniskt som ekonomiskt.

Jag tror slutligen att med nya forskningsresultat inom detta område kommer valet av ventilationsanläggningar att kunna ske mindre intuitivt och på fastare grunder än för närvarande.



## ***Nya regler för rördimensionering minskar byggnadskostnaderna***

En tappvatteninstallation kan ses som ett transportsystem för vatten. Det till installationen hörande ledningssystemet skall medge transport av önskat vattenflöde från produktionsanläggning till enskilda förbrukningsställen (tappställen).

*De funktionella kraven* för ledningssystemet kan karaktäriseras med följande frågor

- 1 Vilken vattentillgång (vattenflöde) erfordras till olika tappställen för att dessa på ett tillfredsställande sätt skall kunna användas för avsett ändamål.
- 2 Med vilken grad av säkerhet skall vattenflödet tillföras, d v s vid hur stor andel av antalet tappningar per år skall ett lägre vattenflöde än enligt 1) tillåtas. Detta benämns systemets bristsäkerhet.
- 3 Vilka maximala värden kan tolereras för de störningseffekter som uppträder vid tappning (buller o d).
- 4 Hur stor skevhet kan tolereras, d v s hur stort får förhållandet vara mellan de största vattenflöden som vid ett visst tryck kan tappas ur den bäst belägna tappventilen (lägst belägna) i en byggnad och den sämst. Ett högt skevhetsvärde är oförmånligt eftersom det innebär att man från en enda ventil kan tappa allt det vatten som skulle räcka till för många andra ventiler, vilka då kommer att lida brist på vatten.

I vilken utsträckning *de funktionella kraven* kan tillgodoses beror mycket på ledningssystemets dimensionering men även på vilket tryck som upprätthålls i produktionsanläggningen. Ett ledningssystem med grova dimensioner medger inom vissa gränser stort vattenflöde till det enskilda tappstället. Erforder-

liga tryckreduktioner för att uppta systemets överskottstryck tenderar dock att bli punktformiga och främst koncentrerade till tappställenas ventiler. Ett system med klena dimensioner ger lägre vattenflöden men uppvisar en jämnare fördelning av tryckreduktioner. Eftersom en tryckreduktion i ett ledningssystem alltid är förbunden med ljudavgivning, d v s buller, är det ogynnsamt med punktformiga stora tryckreduktioner. Som exempel kan nämnas att en badkarsblandare med trycket 40 mvp före ventil vid tappning utvecklar en effekt av minst 0,2 kW. Endast en mycket liten del härav behöver avges i form av ljud för att avsevärt buller skall uppstå. Ett klensystem är därför ur bullersynpunkt gynnsammare än ett grovt system.

*De ekonomiska kraven* på ledningssystemet ger sig självt och kan karaktäriseras sålunda:

Systemet skall ges sådana dimensioner och utföras på så sätt att summan av systemets installationskostnader och därtill knutna byggnadstekniska kostnader vid uppfyllande av funktionella minimikrav blir optimal. Ett system med klena dimensioner har gynnsammare anläggningskostnader än ett med grova dimensioner. Det är inte bara den direkta materialbesparingen som härvid är utslagsgivande utan även en hel mängd andra faktorer påverkas av rördiametern. Kostnaden för att foga samman rören och förlägga dem på lämpliga ställen minskar och den ökade flexibilitet som uppnås med klena rörledningar ökar möjligheterna att lösa mått- och modulsamordningsproblem. Som exempel kan nämnas att klena rörledningar kan förläggas enligt den s k flexibla meters princip d v s rören förläggs ovan bjälklag, i undertak o dyl och måtttoleranser tas upp genom att rören läggs i böjar med stor radie. Även leverans- och hanteringskostnader kan vara lägre för rör med liten diameter. Tunna kopparrör kan t ex levereras i rullar i stället för i raka längder.

Vid vissa tillfällen har en diameterminskning särskilt stor betydelse. Detta gäller t ex vid avloppsledningar där diametern ofta är så stor att ledningen inte kan läggas i ett mellanvägselement. En minskning av diametern till den gräns att mellanväggar e dyl blir möjliga att använda för ledningsdragning kan helt förändra de byggnadstekniska möjligheterna.

En närmare analys av de funktionella och ekonomiska dimensioneringsvillkoren visar mot vanligheten att alla faktorer med ett undantag pekar åt samma håll: rörledningssystemet bör ges

förhållandevis klena dimensioner. Motiven härför är bl a att behovet av stora vattenflöden synes vara mindre än man ansett, att bullret har blivit en allvarlig bieffekt, att anläggningskostnader för klena system är gynnsamma. Dock har ett klen system en nackdel som inte får bagatelliseras. Vid de tillfällen då vattentrycket i produktionsanläggningen (gatunätet) på grund av hög vattenförbrukning är ovanligt lågt kan det klena systemet ge olägenheter i form av för lågt vattenflöde. Detta innebär att ett klen system har lägre bristsäkerhet än ett grovt dimensionerat system. Denna säkerhetsfaktor måste därför särskilt studeras.

## BRISTSÄKERHETENS PRIS

Så gott som alltid när det gäller att skapa ett ökat skydd eller en ökad säkerhet ökar kostnaden starkt med säkerhetsfaktorn. Sannolikheten att den händelse skall inträffa där den höga säkerheten erfordras är dock ofta begränsad. T ex kan nämnas att den utomhustemperatur för vilken byggnadens värmesystem dimensioneras skall statistiskt sett underskridas högst en gång på trettio år. Om man beaktar både ekonomiska och funktionella faktorer kan man därför konstatera att det i realiteten som regel föreligger ett optimum vid viss säkerhet, d v s det är ekonomiskt att ta en viss risk, se fig 1. Den optimala riskfaktorn eller säkerhetsgränsen kan i princip bestämmas genom att man summerar de kostnader som kan hänföras till säkerhetsfaktorn och gör en beräkning eller värdering av den intäkt (fördel) som följer med en ökad säkerhet.

Ifråga om tappvattensystem bestäms *kostnaden* för en ökad bristsäkerhet främst av kostnaden för härför erforderliga större dimensioner samt av kostnaden för att åstadkomma en reduktion av det buller som p g a punktformiga tryckreduktioner följer med ökande säkerhet, se fig 2. Att bedöma värdet av en följer med ökande säkerhet, se fig 2. Att bedöma *värdet* av en lighet inte göras utan hjälp av sociologiska undersökningar. Bristsäkerhetens värde är emellertid starkt beroende av hur många tappventiler som är anslutna till en försörjningsledning (fig 3). Sannolikheten för att en viss andel av antalet anslutna tappventiler samtidigt är i bruk är nämligen mindre i ett system med många tappventiler än i ett system med få. En sk sammanlagring sker alltid. Denna sammanlagring är välkänd inom

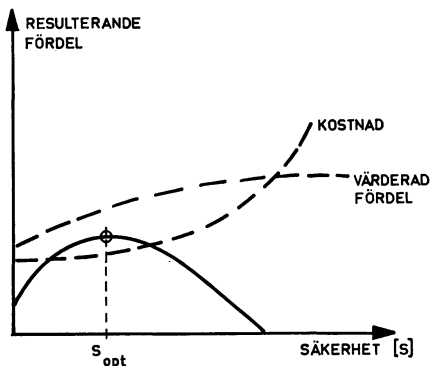


Fig 1. Optimal säkerhet

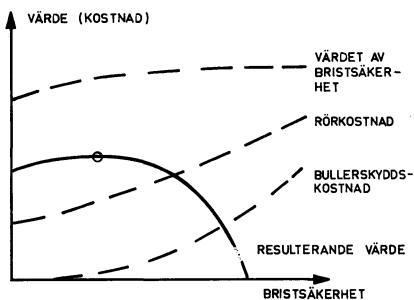


Fig 2. Bristssäkerhetens optimalvärde vid vattenledningsinstallation

andra områden, tex inom eltekniken (alla apparater i ett hushåll är inte i drift samtidigt), inom trafiken (alla bilar i Sverige är inte samtidigt ute på vägen), inom telefontrafiken (samtliga abonnenter med telefonapparat ringer inte samtidigt) o s v.

Bristssäkerhet och sammanlagring är i själva verket två sidor av en och samma effekt. Bristssäkerheten vid ett konstant beräknat vattenflöde till varje enskild tappventil ökar med ökande antal ventiler. Omvänt minskar vid konstant bristssäkerhet erforderligt vattenflöde per ventil vid ökande antal ventiler anslutna till gemensam tillförselledning.

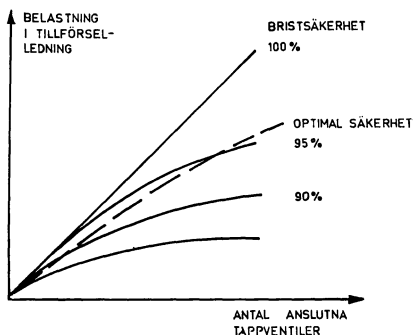


Fig 3. Dimensionerade belastning för tillförselledning vid konstant bristsäkerhet och vid optimal

Ett system dimensionerat för att alla anslutna ventiler samtidigt kan vara i bruk får mycket grova dimensioner. Ett sådant system är helt orealistiskt eftersom denna sannolikhet är så liten att händelsen inte inträffar under en människas livstid. Systemet bör därför dimensioneras endast för en liten del av den totalt (teoretiskt) möjliga belastningen. Avgörande för hur stor denna dimensioneringsbelastning bör vara är bristsäkerhetens värde, fig 4. Fastställande av denna är därför en förutsättning för rätt dimensionering. En sådan beräkning är dock i praktiken besvärlig att genomföra på det sätt som tidigare angetts och därför måste en förenklad metodik sökas. Ett möjligt sätt är följande. Sammanlagringseffekterna i ett grovt dimensionerat system studeras genom mätning av vattenflödet. Erfarenhetsmässigt kan man anta att vattenbrist inträffar så sällan att eventuella avbrottsfall utan svårighet kan beaktas genom direkt justering av mätresultaten vid dessa tillfällen. Det bör då vara ett tillåtet antagande att den sammanlagring som på så sätt uppmäts representerar ett acceptabelt högsta värde på bristsäkerheten även om det exakta värdet är okänt. Genom sådana vattenflödesmätningar och studium av sammanlagringseffekterna kan man sålunda erhålla ett approximativt riktigt grundlag för dimensionering, som på ett tills vidare tillfredsställande sätt tar hänsyn till både funktionella och ekonomiska krav i fråga om bristsäkerhet.



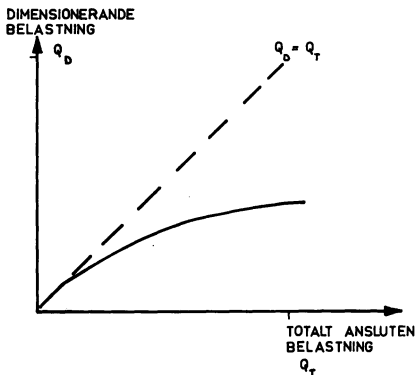


Fig 4. Dimensionerande belastning

## MÄTUTFÖRANDE

Det finns två skilda metoder att mäta sammanlagringsfaktorn. I den första metoden, (den teoretiska metoden), mäter man den frekvens med vilken olika typer av tappventiler används under olika situationer. Primärt sker mätning genom att man registrerar den tid under vilken en tappventil är i funktion samt intervallet mellan två på varann följande tappningar. Ur detta samband beräknas frekvensen. Med statistiska metoder kan man med kändedom om denna frekvens beräkna sannolikheten för att ett visst antal tappventiler samtidigt skall vara i funktion. Därur kan sammanlagringsfaktorer bestämmas och dimensioneringsriktlinjer utarbetas.

Enligt den andra metoden (den praktiska metoden) gör man en direkt mätning i ingående ledningar för kallt och varmt tappvatten och mäter därvid under en följd av dagar maximalt momentanflöde, vilket ställs i relation till hur många tappventiler och vilka typer av ventiler som är anslutna till ingående ledning. Med hänsyn till svårigheten att göra frekvensmätningar på ett tillräckligt stort antal tappventiler har tills vidare endast denna (praktiska) mätmetod kommit till användning. I ett antal bostadsfasigheter runt omkring Stockholm har under olika årstider varm- och kallvattenförbrukningen uppmätts med registrerande apparatur och medelst hålkortstans överförts

till hållremsa. Dessa värden har bearbetats i datamaskin och preliminära värden på samtidigthetsfaktorn framräknas.

## SLUTSATSER

Av det resonemang som hittills förts framgår att en klen dimensionering (små tvärsnitt) är gynnsam. Hur långt ned man kan gå med dimensionerna begränsas dock av risken för vattenbrist. Det kan visas att lämpligt värde härpå direkt kan erhållas ur mätningar av tappvattenflödets sammanlagring i ledningssystem med grova dimensioner och med förhållandevis stort antal anslutna tappventiler. Sådana mätningar kommer därigenom direkt att kunna utgöra dimensioneringsgrund och det är därför viktigt att de kommit till stånd.

Det kan konstateras att för den dimensionering (grovdimensionering) som hittills tillämpats för tappvattenledningar föreligger numer vare sig tekniska eller ekonomiska motiv och dessa äldre dimensioneringsmetoder bör därför snarast överges. Med hjälp av BFR:s anslag för studium av sammanlagringseffekter har dimensioneringsgrunderna kunnat förbättras så att nya och mer ändamålsenliga normer kunnat utarbetas.



## ***Datatekniken inom VVS-branschen***

### **1. INSTALLATIONSOMRÅDETS UTVECKLING**

Installationsområdets utveckling har hittills i stor utsträckning baserats på praktiskt vunna erfarenheter. Någon mera omfattande forskning har vi inte haft resurser till, och man har inte heller förrän under de senaste åren haft behov av särskilt kvalificerade hjälpmedel för planerings- och beräkningsarbeten. Nu kräver allt mer ökade anspråk på yttre och inre miljö samt nya byggmetoder med krav på preciserad planering, samordning och dimensionering ökade insatser av installationsområdets företrädare.

Installationsområdets ökande ekonomiska betydelse kräver att alla tillgängliga hjälpmedel utnyttjas för noggrann kostnadsbevakning.

Här kommer nu datamaskinerna och ADB-tekniken in som ett utmärkt hjälpmedel i planerings- och konstruktionsarbetet samt i den nödvändiga uppföljningen av olika projekt.

### **2. AKTUELLA UTREDNINGAR INOM ADB-TEKNIKEN**

Behovet av datateknikens utveckling inom installationsområdet har uppmärksamrats av byggforskningsrådet, och flera utredningar har utförts med anslag från rådet.

Jag skall något beröra dessa, men i första hand redogöra för de utredningar, som vi med anslag från rådet utför inom det företag jag representerar. Dessutom skall jag också nämna några andra arbeten inom facket samt slutligen försöka skissa på en trolig utveckling av ADB-tekniken inom installationsområdet.

## 2. 1. KODIFIERING AV VVS-VAROR

I en av VVS-tekniska föreningen tillsatt kommitté har vi med anslag från BFR arbetat i flera år med att kodifiera alla varor inom rörbranschen så att de kan preciseras och hanteras med hjälp av datamaskiner.

I arbetet har samtliga led, d v s konsulter, entreprenörer och grossister varit representerade, vilket inneburit att resultatet är en kompromiss som samtliga kunnat ansluta sig till. Resultatet har blivit en produktkod, som är samordnad med SfB-systemet. Efter ett gemensamt samordningsarbete med Byggnadsindustrins Datacentral AB-BDC har vi nu även nått möjligheter till samordning med BDC-systemet.

Som ett första led i den praktiska tillämpningen har en försöksutgåva av den nya versionen av Rörbranschens standardkatalog RSK utgivits.

Härigenom hoppas vi relativt snart kunna utföra arbetsbeskrivningar och materialförteckningar som kan bearbetas med datamaskin för kalkylering och arbetsplanering. Här har vi en rationalisering som efterhand kommer att bidra till kostnadsbegränsningar. Ett försök i full skala att arbeta på detta sätt utfördes av byggnadsstyrelsen vid projekteringen av Telestyrelsens nybyggnad i Farsta. Många värdefulla erfarenheter vanns därvid.

## 2. 2. UTREDNING ANGÅENDE MAXIMALT VATTENFLÖDE

På uppdrag av Statens planverk har vi vid mätningar med hjälp av elektromekanisk utrustning fått fram uppgifter på vattenförbrukningen i bostadshus. Dessa data har matats in direkt på en hålremsa. Med hjälp av datamaskin kan värdena på hålremsan lätt bearbetas och en mängd resultat erhållas. Den här arbetsuppgiften är ett bra exempel på den typ av statistisk utredning, som knappast skulle ha kunnat klaras med manuell bearbetning.

Resultaten används nu i det pågående arbetet inom planverket för att få fram för hela landet enhetliga normer för dimensionering av vattenledningar. Troligen nås samtidigt en samstämmighet över hela Norden.

## 2. 3. BEFINTLIGA PROGRAM FÖR BERÄKNINGAR INOM VVS-OMRÅDET

Inom vårt företag har vi med anslag från rådet sökt skapa reda i de dataprogram, som nu finns inom installationsfacket så att de skall bli praktiskt användbara för ett större flertal.

Vi har börjat med en inventering av vad som gjorts på området, och testar nu de olika programmen för att se hur de skall kunna komma till användning i vårt dagliga arbete. Nedanstående uppställning visar vilka beräkningsprogram som f n finns.

### *ADB-PROGRAM*

1. *Temperaturberäkningar i rum*  
*Adamson, Allander, Brown, SF*
2. *Kylbehovsberäkningar*  
*Brown, SF*
3. *Kanaldimensionering*  
*SF, Eneborg, Nordisk ADB*
4. *Rördimensionering*  
*Henningsson, Örnulf*
5. *Belysningsfördelning i rum*  
*Isfält*
6. *Solhöjder och strålningsintensitet*  
*Brown, Isfält*
7. *Vandrande skuggor över husfasad*  
*Isfält, SF*

Vid genomgången av programmen har konstaterats att de var för sig är fullt användbara för de beräkningar som de är avsedda för.

Problemet för den praktiskt arbetande ingenjören är dock att man inte har en enkel beskrivning av vad programmen är avsedda för, vad man skall mata in för förutsättningar och vilka resultat man kan få ut. Vi arbetar med att få fram sådana beskrivningar.

Dessa beskrivningar skall även innehålla uppgifter om vem som disponerar programmet, var man kan köra det och exempel på hur mycket olika typer av körningar kostar.

Jämsides härmed arbetar vi med att utveckla de befintliga programmen i samarbete med programmens upphovsmän. Speciellt studerar vi möjligheten att göra lätthanterliga delprogram för tidiga överslagsberäkningar.

## 2. 4. INSTALLATIONSPROJEKTERING MED HJÄLP AV ADB

I en senare del av vår utredning kommer vi att försöka analysera andra problem inom installationsfacket som lämpligen kan bearbetas med ADB-tekniken, och i vår slutrapport planerar vi att lämna flera förslag till områden där programmering bör utföras. Exempel härpå är tryckets variation i ett kanalsystem när regleringsåtgärder vidtages exempelvis för att öka luftflödet i ett konferensrum.

Ett annat exempel är ett program som kan användas för att bestämma hur ljuset fördelas i ett rum vid olika belysningskällor och olika inredningar.

Vi är även inne på att på olika sätt förenkla ADB-rutinerna i projekteringsarbetet. Stora tungrodda ADB-system är till nackdel både när det gäller den praktiska tillämpningen och när det gäller kostnaderna för körningar. För att få installationsprojektörerna att använda ADB-tekniken krävs istället flera små program eller delprogram så att man kan räkna etappvis och göra bedömningar av alternativa lösningar i ett tidigt projekteringssskede utan betungande arbete och stora datamaskinkostnader. ADB-beräkningarna måste kunna utföras efterhand som projekteringsarbetet framskrider om maximal nytta skall kunna ernås.

Detta är det nya i våra tankegångar och som vi ser det nödvändigt för att möjliggöra en allmän övergång till användande av datamaskin i projekteringsarbetet.

Idealet är så små delprogram att konstruktören i princip kan få omgående svar på sina tekniska frågor från datamaskinen medan han håller på med konstruktionsarbetet. Man skall inte som nu behöva vänta 3 à 4 dagar på fullständig stansning av ett stort primärmaterial, körning och utlistning samt transporter till och från datacentraler. När man får svaren från datamaskinen finner man att resultaten visar att man skulle gjort

på ett annat sätt och så får man börja om igen. Konstruktions- och beräkningsarbetet måste gå hand i hand. Vi studerar därför särskilt det nya "time-sharing"-systemet, det vill säga ett system där man har många små terminaler anslutna via tele-nätet till en central datamaskin fig 1. En sådan terminal kan finnas placerad på ett relativt litet konstruktionskontor och konstruktören kan därigenom omedelbart efter att han via terminalen frågat datamaskinen få ett svar på sin egen terminals skrivare. Förenklat kanske man kan säga att vi strävar efter att göra datamaskinen lika lätthanterlig som räknestickan för våra ingenjörer.

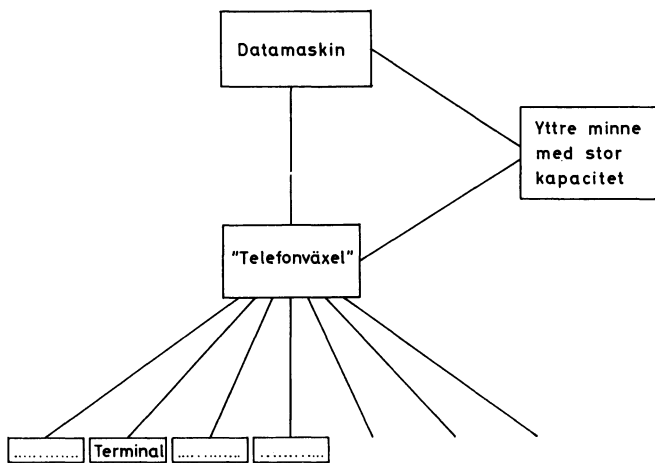


Fig 1.

Vid de slutliga större genomräkningarna av vvs och el-systemen får man än så länge förfara på samma sätt som hittills, det vill säga med inlämning av primärmaterialet till en större datamaskincentral. För stora körningar är nämligen för närvarande inte terminalsystemet ekonomiskt lönsamt. Det finns heller inte i nuvarande utvecklingsfas möjligheter att klara stora körningar med sådana terminalsystem.



### 3. STATISTIK ÖVER PROJEKTERINGSKOSTNADER

Rationalisering är alltid nödvändig. För att rationalisera krävs ett hårt grepp om alla kostnadsposter. Svenska Konsulterande VVS-ingenjörers Förening (SKVS) har därför satsat på ett ADB-program för redovisning av projekteringsarbete och uppföljning härav med efterkalkyler. Härvid får man mängder av data om fördelningen av projekteringstider samt kostnader för olika projekteringskedan, olika arter av arbete och olika anläggningsdelar. En strikt uppföljning av tider och kostnader för ändrings- och tilläggsarbeten görs även.

Statistik har man ju alltid kunnat göra manuellt, men alla delposter orkar bara maskiner hålla reda på. Det är givetvis här också fråga om en stor kostnadsbesparing att lagra statistik i en datamaskin och sedan få den bearbetad.

Projekteringsstatistiken har nu kompletterats med ett program för gemensam lönestatistik inom vvs-facket och ett delprogram för uppföljning av anläggningskostnader. I samband med att vi gör våra efterkalkyler på projekteringskostnaderna kan vi nu mata in driftdata på den aktuella anläggningen, storleksordningen på värmeanläggning, ventilationsanläggning, kylanläggning etc. samt kostnaderna för de olika anläggningsdelarna och den totala byggkostnaden. På så sätt kommer vi att få en förnämlig statistik att tillgå vid nya planeringar och projekteringsarbeten. Detta arbete är av så sent datum att någon egentlig nytta ännu ej kunnat utvinnas.

I anslutning till denna användning av datamaskiner kanske jag bör tillägga att det givetvis finns många företag såväl entreprenörer som grossister och konsulter som använder databehandling av sina kontorsrutiner. Jag vill även framhålla att många av konstruktionsbyråerna utbildat sina medarbetare i användandet av nätverksplanering. Här har ett allt vanligare användande av datatekniken nästan smugit sig in och blivit ett dagligt hjälpmedel.

### 4. FRAMTIDSASPEKTER

Tidigare har jag nämnt terminalsystemet. Ett sådant system medger även att man kan överföra bilder från en central datamaskin till en terminal. I framtiden kanske man kan få fram

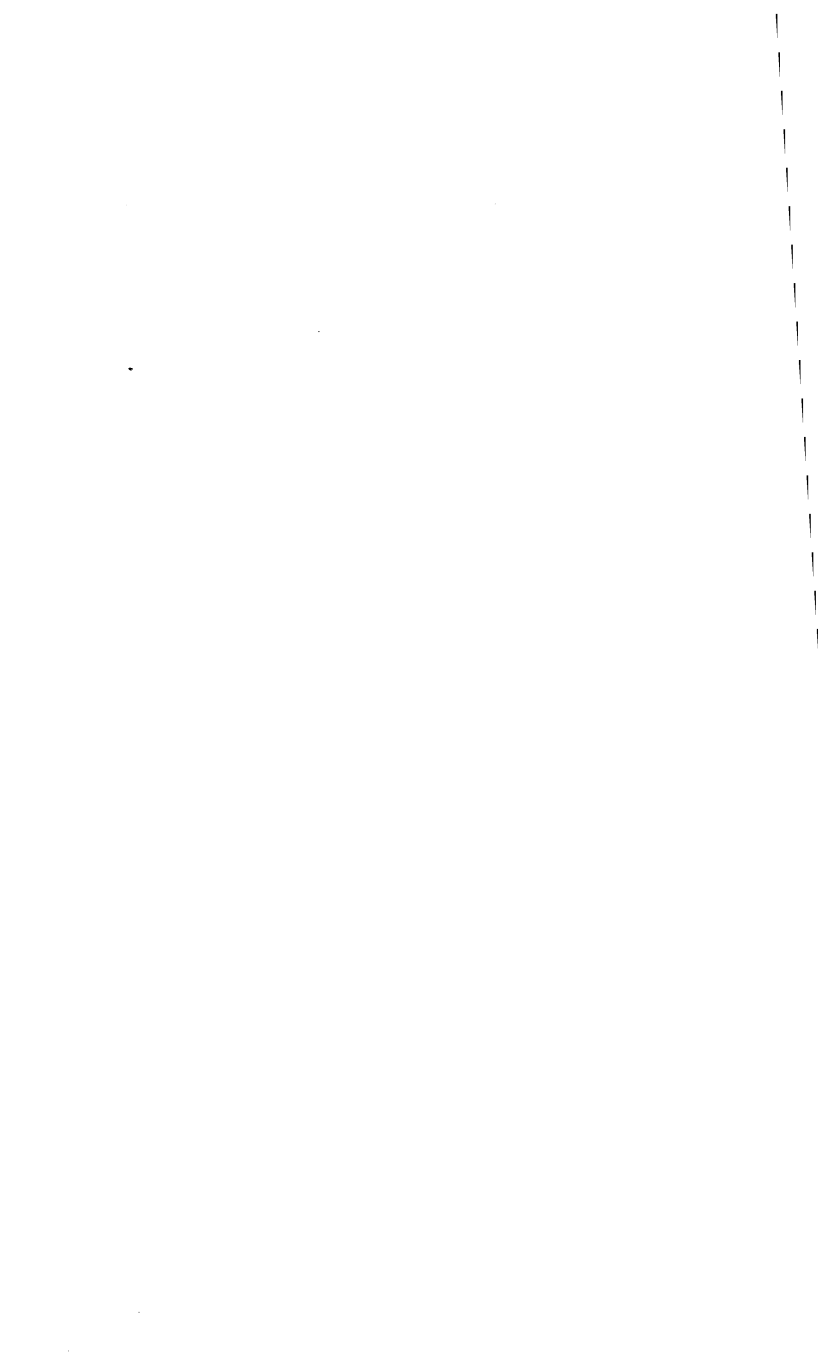
färdiga ritningar på sin terminalskärm — ja, åtminstone kan man väl tänka sig att få fram vissa typritningar av olika slag. Man skulle också kunna tänka sig att fabrikanterna lagrade tekniska data, mått och vissa typritningar i centralminnen, som kan nås av alla projektörers terminaler. Härigenom skulle man slippa en mängd firmakataloger, som kanske inte är "up to date". Fabrikanterna får en fin möjlighet att få ut alla ändringar i sina "katalogblad" till alla mottagare på samma sekund.

Allt besvär med problem, orsakade av föråldrade datablad försvinner.

Att beställa fram ritningskopior från mikrofilmade ritningar via datamaskiner ligger dock ännu närmare i tiden.

Den utveckling som jag nu frammanat pekar ju nästan på att människan blir onödig i framtidens installationsprojektering. Min tro på datamaskinerna sträcker sig dock inte längre än att betrakta dem som ett värdefullt hjälpmedel som vi i allmänt intresse skall utnyttja inom installationstekniken. En bättre räknesticka om man så vill.

Arbetet fortsättes med ökad kraft på att få fram skickligt folk inom vårt fackområde. Vad vi bör sträva att använda datamaskinerna till, är att låta dem göra de rutinbetonade och trista delarna av vårt arbete. Detta arbete blir då både riktigare och billigare utfört. Ingenjörerna kommer säkerligen att ha full sysselsättning med samordning och anpassning av de väl-dimensionerade anläggningarna.



## ***Fysisk ansträngning i byggnadsarbete***

De senaste årtiondena har det skett en fantastisk mekanisering och rationalisering på de flesta industrier, vilket bl a inneburit att många fysiskt tunga arbetsmoment försvunnit. Trots detta faktum finns det dock en hel del tunga arbeten kvar. I en del fall är förklaringen den att i och med att en mekanisering skett av ett arbetsmoment, varvid produktionen kunnat höjas, kommer arbetstakten att drivas på vid andra moment och dessa kommer härvid att förändras från att ha varit relativt lätta till att bli relativt tunga. Ett exempel härpå är högmodernt svenskt skogsbruk som för den enskilde skogshuggaren av idag trots motorsågar, barkningsmaskiner m m innebär ungefärligen samma arbetstyngd som för 20—30 år sedan. I andra fall är orsaken den att rörelsemönster och rörelsebanor är desamma även om redskapen moderniserats.

Av Sveriges befolkning är ca 3,8 miljoner yrkesarbetande och vi räknar med att ca hälften av dessa har ett yrkesarbete som fortfarande måste betraktas som relativt tungt ur fysisk synpunkt eller i varje fall ett yrkesarbete vid vars utövande man har en klar fördel av att ha en god fysisk arbetsförmåga. I tablå 1 ges exempel på sådana arbeten som engagerar relativt många personer. Beroende på nedgången i fysiska resurser med stigande ålder är det självklart att anpassningsproblemen i dessa yrkesarbeten blir störst hos den som alltmer närmar sig pensionsåldern.

Det typiska för de i tablå 1 nämnda yrkesarbetena, exempelvis byggnadsarbete, är att de ofta innebär arbete med armar eller ben och bål, d v s med stora muskelgrupper. Denna typ av arbete betyder ökade krav på blodcirkulation och andning. Ett sätt att studera hur en individs arbetsanpassning till dessa

## TABLÅ 1. EXEMPEL PÅ RELATIVT TUNGA YRKESARBETEN

Husmorsarbete inkluderande handhav av små barn  
Skogsarbete  
Byggnadsarbete (grov- och murningsarbete)  
Lantbruksarbete  
Vissa gruv- och anläggningsarbeten  
Stuveriarbete  
Schaktningsarbeten inom väg- och byggnadsarbete  
Manuella lastnings- och transportarbeten inom exempelvis järn-, pappersmassa- och livsmedelsindustrier  
Tyngre smidesarbeten vid järnverk  
Ban- och lastningsarbeten vid SJ  
Lager- och packningsarbeten överhuvudtaget

typer av arbeten äger rum är att mäta den individuella ansträngningsgraden och sätta denna i relation till den individuella kapaciteten. En sådan studie gjordes på byggnadsarbetare i olika åldrar i Stockholmsregionen år 1965. Ett gott mått på ansträngningsgraden är pulsfrekvensen. 33 byggnadsarbetare studerades under en hel dag medelst Ekg-registrering för erhållande av pulsfrekvens i aktuellt yrkesarbete. Medelvärden för varje individ beräknades. Det visade sig att det förelåg en korrelation mellan den pulsfrekvens individen maximalt kunde nå på cykelergometer i laboratoriet och den genomsnittliga puls-frekvens som erhöles under en hel dags arbete. De som nådde höga maximala pulsfrekvenser på cykel, hade en relativt hög puls-frekvensnivå under dagen jämfört med dem som hade ett relativt lågt övre pulstak vid cykling. Sänkningen i fysisk kapacitet med ålder är mycket väl relaterad till en sänkning i maximal puls-frekvens. Det var således i huvudsak de äldre personerna som under dagen arbetade med en relativt låg puls-frekvens. Personer i olika åldrar av samma kön presterar i genomsnitt samma yttre arbete vid samma puls-frekvensnivå. Detta betyder i realiteten att de äldre i genomsnitt trots att de ansträngde sig lika mycket utförde ett mindre arbete än de yngre.

Inom denna bransch, byggnadsindustrin, sker anpassningen av höga och låga kapaciteter till vissa arbetsuppgifter spontant på så sätt att var och en utnyttjar en viss lika stor procentuell del av sin kapacitet under yrkesarbetet nämligen ca 40 %. På

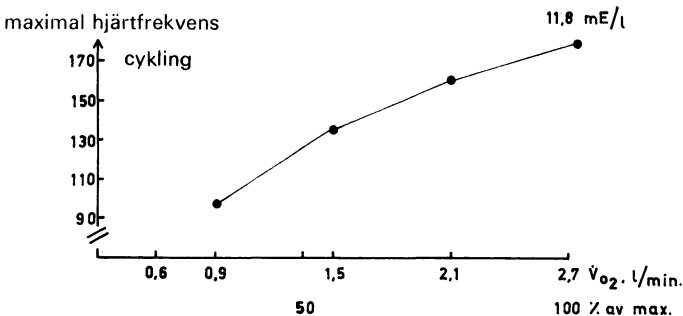
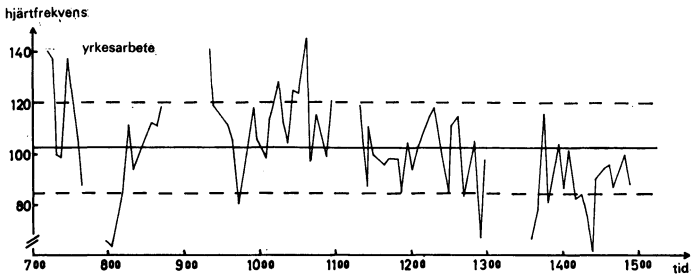


Fig 1. Överst exempel på hjärtfrekvensregistrering under yrkesarbete. Figuren under visar individens speciella puls-syreupptagningsdiagram från bestämningarna på cykelergometer.

laboratoriet har vi relativt goda möjligheter att approximativt testa en persons arbetskapacitet på cykelergometer. Ett sådant test behöver inte ta mer än ca 15 min i tid. Vi kan med andra ord på ett enkelt sätt skaffa oss en uppfattning om olika personers fysiska kapacitet. Detta betyder att företag det här gäller borde anskaffa cykelergometrar för testning av fysisk kapacitet att brukas vid nyanställning och som kontinuerlig uppföljning av sin personal för att bättre kunna placera arbetskraften.

Denna ovan diskuterade anpassning är dock endast möjlig om individen kan hålla en relativt fri arbetstakt. Härvidlag tillkommer emellertid inverkan av både ekonomiska, sociala och psykologiska faktorer som är svårare att koordinera både med hänsyn till individerna och företaget. Ju mera dessa faktorer

Medelvärde av  
hjärtfrekvens  
under yrkesarbete

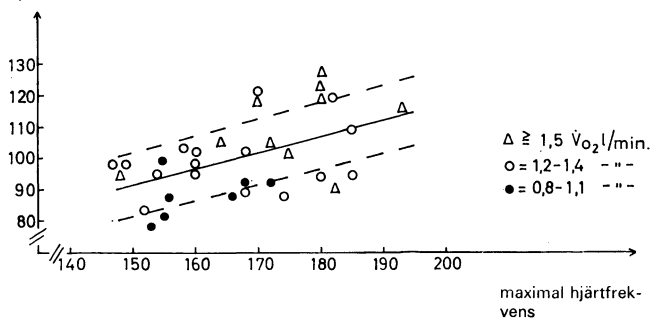


Fig 2. Medelvärde av hjärtfrekvens under yrkesarbete i förhållande till maximal hjärtfrekvens hos 33 byggnadsarbetare 30—70 år gamla.  $\Delta$ ,  $\circ$ ,  $\bullet$  = beräknad arbetstyngd under yrkesarbetet.

tillåtes inverka på personaluppsättningen ju färre äldre blir kvar i yrket. En avgång av äldre yrkesarbetare före pensionsåldern blir emellertid ännu mer uttalad på sådana arbetsplatser där arbetstakten är maskinellt styrd och ej tillåter en individuell anpassning.

Den cirkulatoriska anpassningen som här diskuterats innebär sannolikt att arbetet kan utföras under optimala betingelser, d v s med minsta möjliga energiåtgång. Denna hypotes förklarar varför arbetstakten drivs upp på icke mekaniserade arbetsmoment vid en mekanisering eller bortrationalisering av andra moment och varför arbetstyngden trots all maskinell utrustning o s v fortfarande innebär ungefär samma ansträngning för individen. Att observera är emellertid att detta resonemang gäller enbart yrkesarbeten i vilka man måste förflytta sin egen kroppsvikt samtidigt med att arbetet utföres. Vinsten med rationalisering och mekanisering av vissa arbetsmoment i sådana yrkesarbeten tillfaller således helt och hållet produktionen. I andra typer av arbeten, där vidtagna åtgärder inneburit att arbetet kan utföras helt och hållet i exempelvis sittande ställning, innebär förändringarna vinst också för individen.

Tablå 2 ger en förteckning över några arbetsmoment som är

tunga vad energiåtgång beträffar och där pulsfrekvenserna är relativt höga.

## TABLÅ 2. EXEMPEL PÅ RELATIVT TUNGA ARBETSMOMENT

Grov-, fin- och sprutputsning  
Murning  
Sågning  
Spikning ovan brösthöjd  
Virkesrensning  
Bärning av material  
Kärning  
Vibrering av betong  
Bilning  
Slipning  
Armeringsarbeten

Pulsfrekvensen ger ett gott mått på arbetstyngden uttryckt som syreförbrukning eller kaloriproduktion, förutsatt att stora muskelgrupper som armar och ben i kombination med bålmskler utnyttjas vid arbets utförande. Vid arbete med enbart små muskelgrupper, som exempelvis vid spikning, målning och vissa installationsarbeten, ger pulsfrekvensen inte samma upplysningar om arbetstyngden. Den ger däremot goda upplysningar om ansträngningsgraden. Vid ett visst yttre arbete är såväl pulsfrekvens som blodtryck betydligt högre vid arm- än vid benarbete, vilket betyder att belastningen på hjärtat är större vid arm- än vid benarbete. Vidare kan konstateras att såväl blodtryck som pulsfrekvens blir högre ju högre upp ovan midjehöjd man arbetar med armarna (fig 3 och 4). Spikning i bänkhöjd är således betydligt mindre ansträngande än spikning i takhöjd. Dessa förhållanden är värda att observera speciellt inom byggnadsindustrin eftersom arbete med armarna i olika höjd är relativt vanligt förekommande.

En fråga som ofta ställs speciellt då det gäller tal om blodtryck, hjärtfrekvens, hjärta o s v är: är det farligt att ha ett yrkesarbete av detta slag, d v s arbete med små muskelgrupper i takhöjd. Friska unga och äldre personer tål säkert belastningen. Det kan emellertid bli tungt för den äldre arbetaren, som på grund av naturligt åldrande har en nedsatt kapacitet i förhållande till sin yngre kollega. Risker i ett teamarbete är nämligen att arbetstakten blir uppdriven och att de äldre inte



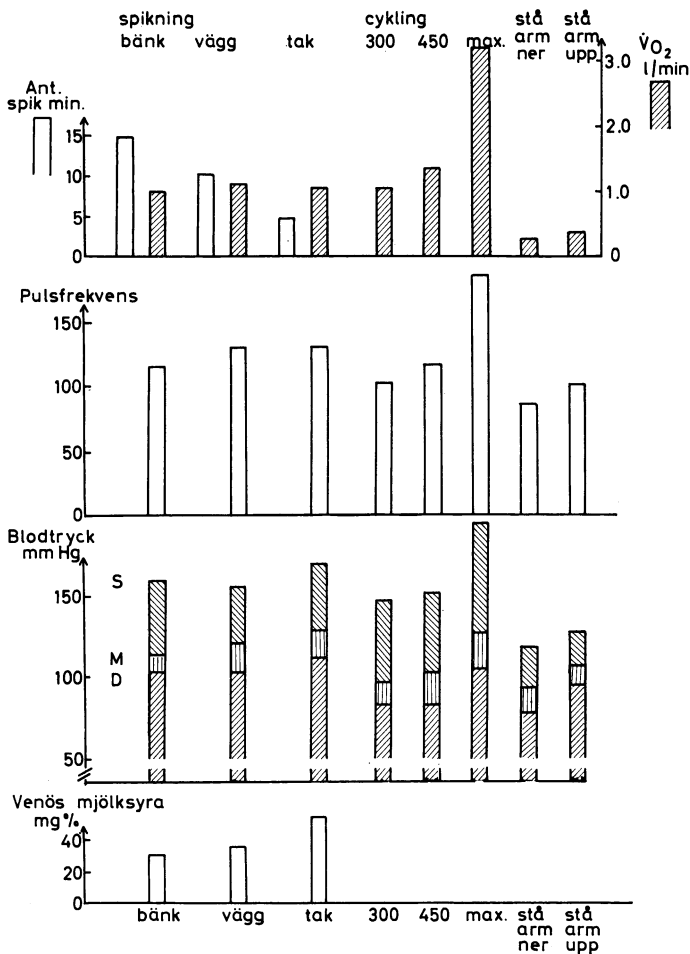


Fig 3. Överst: antal islagna spik per minut vid spikning på bänk, i vägg och i tak; syreupptagning ( $\dot{V}O_2$  l/min = energiåtgång) vid motsvarande arbeten samt vid cykling. Näst överst: pulsfrekvens, nedanför följer blodtryck (S=systoliskt; M=medelblodtryck; D=diastoliskt) och venös mjölksyrakoncentration vid motsvarande arbeten.

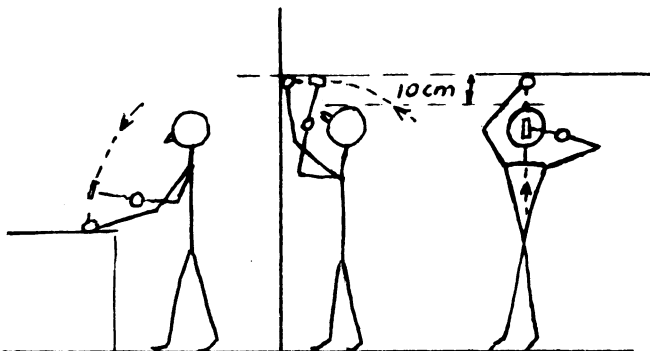


Fig 4. De olika arbetställningarna som studerats vid spikningsförsök redovisade i fig 3.

riktigt orkar hänga med. Som alla vet är hjärt-kärlsjukdom vår vanligast förekommande sjukdom och den kräver de flesta dödsfallen. Den är sannolikt varken mindre eller mer vanligt förekommande bland byggnadsarbetare än andra. Hos sådana personer, som har tendens till högt blodtryck och som eventuellt har hjärtbesvär finns det däremot, till skillnad från hos friska, risker för överbelastning just vid arbete med små muskelgrupper i högt läge med armarna. Samtidigt med detta vill jag emellertid också poängtera att vi nu för tiden rekommenderar fysisk träning av hjärta, lungor o s v också för patienter med hjärt-kärlsjukdomar. Det är dock att observera att denna träning skall ske med stora muskelgrupper d v s ben och bål, då speciellt höga blodtryck ej nås. Lämpliga träningsformer är gång, löpning och cykling.

För att nå en god individuell anpassning till arbetet kan man arbeta utefter följande 3 riktlinjer:

1. Företagshälsovård
2. Inköp av nya redskap och maskiner
3. Planering och utformning av arbetsplatserna enligt ergonomiska principer d v s på ett sådant sätt att arbetet underlättas för den enskilde.



*Ingenjör INGVAR HÅKMAN*  
*Datagruppen i Göteborg*

## ***Arbetsplatsens tillskottstider – störningar på byggoperationer***

### **1. DATAGRUPPEN I GÖTEBORG — PRODUKTIONS- TEKNISKT UTVECKLINGSARBETE**

#### **BYGGPRODUKTIVITETEN MÅSTE ÖKAS**

Det är en strävan idag hos alla parter i byggbranschen att med olika medel öka produktiviteten och därmed sänka kostnaderna. Det gäller att åstadkomma ett visst byggnadsverk med minsta möjliga sammanlagda insats av resurser i form av organisation, arbetskraft, maskiner, material etc.

Genom industrialisering av byggandet strävar man efter högre produktivitet. Ju mer industrialiserat byggandet blir, desto större krav ställs på styrning av resursinsatser och produktion. I insikt härom startade SAF-RATI omkring 1960 kursen i produktionsplanering för byggnads- och anläggningsindustrin. Dessa kurser omfattade bl a systematik för genomförande av en planering, moderna tekniker t ex nätverksteknik för arbetsplaner och olika hjälpmedel i form av blanketter och checklistor för olika avsnitt i en planering.

Systematisk produktionsplanering är ett effektivt hjälpmedel för produktionsstyrning. För att åstadkomma realistiska planer efter vilka bygget kan drivas krävs dock stor kunskap om produktionens struktur samt data i form av kapacitet, tidåtgång och kostnad för skilda delar av produktionen.

En grupp byggrationaliserare i Göteborg diskuterade 1962 möjligheter till samarbete över företagsgränserna för att därigenom snabbare och billigare få fram acceptabla data. Fyra företag enades om ett sådant samarbete inom ett preciserat verksamhetsområde. Dessa företag var AB Skånska Cementgjuteriet i Göteborg, Yngve Kullenberg Byggnads AB, AB Bergendahl & Höckert och F O Peterson & Söner Byggnads AB.

Samarbetsgruppen kallas *Datagruppen i Göteborg*, och består av ingenjörerna Hans Häggsjö, Rolf Eriksson, Ingvar Håkman och Rune Augustsson som representanter för vardera av dessa entreprenörföretag. Dessutom medverkar ingenjör Sture Andréasson, Byggförbundet, och ingenjör Ingvar Abrahamson, Sveabund.

## DATAGRUPPENS DATAUTBYTESVERKSAMHET OCH SYSTEMARBETE

Datagruppen påbörjade försöksvis insamling, bearbetning och redovisning av data utan några egentliga gemensamma riktlinjer. Det behövdes en gemensam blankett för redovisning av data, och en sådan utvecklades efter hand. Det allvarligaste problemet var dock att gruppens medlemmar inte "talade samma språk" — man lade olika innebörd i de termer och begrepp som fanns, och man myntade nya, där begrepp saknades. Viss arbetsstudieterminologi fanns redan, men man hade på olika håll anpassat begreppen efter där speciella behov. Terminologin var ej enhetlig. Tekniska Nomenklaturcentralens skrift TNC 34 "Arbetskunskapsterminologi" var ett steg på vägen mot enhetlig terminologi för speciellt arbetsstudier. Någon enhetlig terminologi för produktionsplanering fanns dock inte alls vid denna tidpunkt.

Inom Datagruppen insåg man snart, att det först måste skapas ett logiskt och konsekvent uppbyggt system för olika arbetens avgränsning från varandra, för precisering av de i data ingående mängd- och tidkomponenterna, för precisering av datas bakgrund m m innan ett kvalificerat datautbyte kunde äga rum. Datagruppen började med en systemuppläggning parallellt med datautbytesprogrammet.

Datagruppens ursprungliga arbetsmål — att samla och byta data — har kontinuerligt bedrivits parallellt med det forskningsarbete som beskrives nedan. Ytterligare byggnadsentreprenörer i Göteborg har 1966 anslutit sig till detta insamlings- och utbytesprogram, som nu bedrivs i en speciell Datautbytesgrupp omfattande åtta företag.

Parallellt med forskningsarbetet har samarbete och erfarenhetsutbyte ägt rum med sådana förbund och institutioner som bedriver utvecklingsarbete inom detta område.

## DATAGRUPPENS UTREDNINGAR MED BYGGFORSKNINGSANSLAG

Hösten 1964 påbörjade Datagruppen med anslag från byggforskningsrådet en produktionsforskning inom ett speciellt avsnitt av ovannämnda system — att kartlägga byggarbetsplatsens tidstillskott till olika arbetsoperationer, d v s väntan, avbrott, hinder och störningar. Sedermera erhöles tilläggsanslag, för att kartlägga normalt förekommande arbetsuppgifter och i principscheman redovisa dessa avgränsade på olika nivåer i ett partitivt system, där en nivå utgjorde operationsnivån. Denna princip för avgränsning av arbete var nödvändig för att fullfölja störningsundersökningen, som skulle ligga på operationsnivå, och genomfördes därför som ett led i densamma.

Utredningen bedrevs i följande steg:

Precisering, bearbetning av i företagen tillgängligt material samt hypoteser

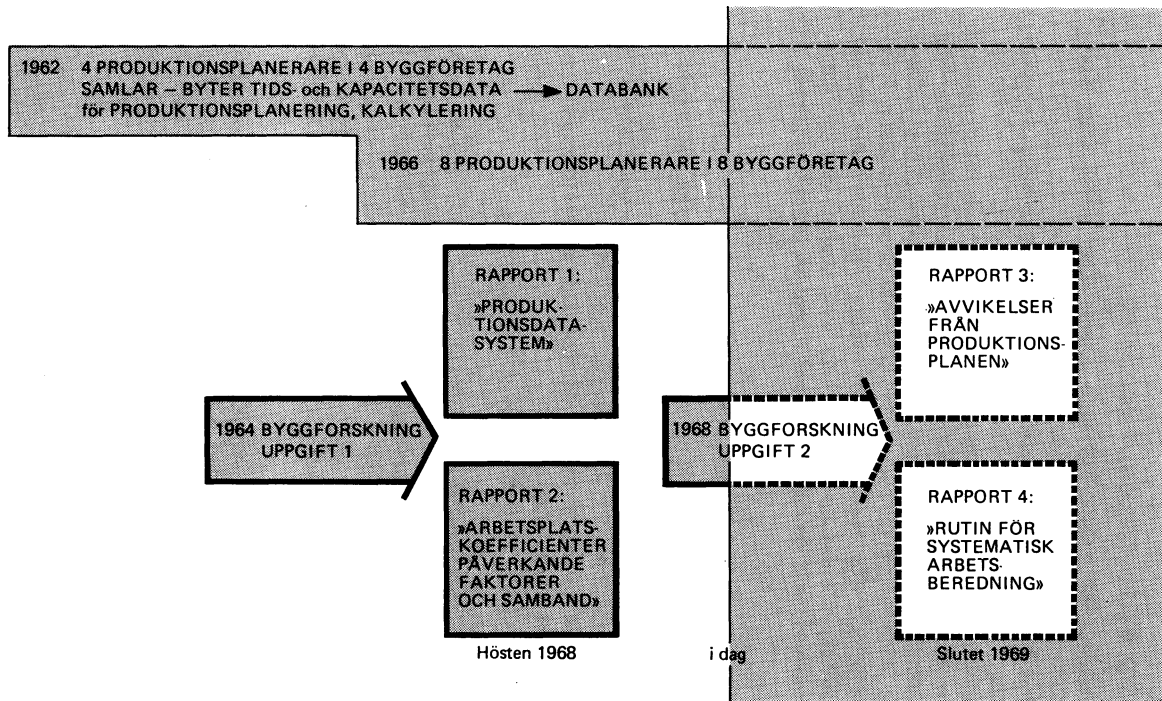
6 enveckors förstudier på byggplatser samt konstruktion av analysmetodik för det egentliga fältarbetet

25 enveckors fältstudier på skilda byggarbetsplatser inom sektorn husnybyggnad

Bearbetning av fältmaterial och redovisning

De arbetsoperationer och arbetsprocesser, som pågick under respektive arbetsplatsveckor beskrevs i form av nätverksplaner. Vissa arbetsoperationer analyserades i sina delaktiviteter ett stycke ner mot MTM-nivå. Dessa schemor över processer och operationer har sedan legat som grund för de principschemor för arbete på olika nivåer som redovisas i rapporten *Produktionsdatasystem*.

Det tidigare av Datagruppen utarbetade och tillämpade produktionsdatasystemet har successivt vidareutvecklats parallellt med byggforskningsuppgiften och delvis med impulser från detta arbete. Därför redovisas hela produktionsdatasystemet i sitt nuvarande skick i denna rapport. Eftersom systemet omfattar regler för entydig och enhetlig precisering av aspekter kring produktionsdata, kommer systemet att utvecklas vidare i takt med nya rön om produktionens struktur och omständigheter kring denna.



MÅLSÄTTNING: HÖGRE BYGGPRODUKTIVITET → LÄGRE BYGGKOSTNAD

Den största andelen av utredningsarbetet ägnades åt att kartlägga störningar på olika arbetsoperationer. Under de 25 enveckasavsnitten ur olika produktioner studerades alla där förekommande arbetsoperationer och de på dessa inverkan störningarna som resulterade i arbetsplatstillskottstid. Studierna utfördes som frekvensstudier — en form av stickprovsundersökning — direkt på hålkort enligt Port-a-Punch-metoden (pennstansmetoden). Under var och en av de 25 studieveckorna gjordes ca 2000 observationer. Vid varje observation noterades ett antal aspekter genom utstansning av lika många hål. Varje observation resulterade i ett hålkort. Totalt stansades ca 50.000 hålkort under fältarbetet på de 25 byggplatserna. Förutom uppmätning av arbetsplatstillskottstider utfördes en klassning av ett antal faktorer som kunde tänkas påverka mängden av arbetsplatstillskottstid. Bearbetningen har sedan skett på hålkortscentral. Därvid har dels uträknats arbetsplatskoefficienter för ett antal operationer. Dels har samband mellan dessa och påverkande faktorer påvisats. Resultatet av störningsstudien redovisas i rapporten *Arbetsplatskoefficienter, påverkande faktorer och samband*.

Datagruppens produktionstekniska utvecklingsarbete redovisas alltså i två rapporter

Rapport 1: *Produktionsdatasystem*

Rapport 2: *Arbetsplatskoefficienter, påverkande faktorer och samband*.

Rapport 1 redovisar ett totalt system och rapport 2 är resultatet av en djupare analys inom *ett* avsnitt av detta system. Ytterligare rapporter i denna serie kommer efter hand att publiceras som resultat av Datagruppens fortsatta produktionstekniska utvecklingsarbete med byggforskningsmedel.

## 2. INNEHÅLLET I RAPPORT 1: *PRODUKTIONS-DATA-SYSTEM*

### DATAVARIATION

Ett kapacitetsdata *t* ex "formsättning 1 m<sup>2</sup>/tim" är oklart i många avseenden och har därför alla förutsättningar att bli fel använt i en prognossituation *t* ex vid produktionsplanering.



Vad avses med "formsättning"?

plint-, vägg-, pelar-, balk- eller valvform

enbart uppsättning av formen eller hela kedjan av arbetet med formmaterialet: lossa formmaterial, förtillverka formelement, transport till formstället, uppsättning, nedtagning efter betongens härdning, rengöring av formmaterial o dyl

form av lösmaterial eller elementform

träform av olika slag eller plåtform

form för manuell hantering eller för kranhantering.

Vad avses med "m<sup>2</sup>"?

uppsatt formyta eller motgjutna yta

exklusive eller inklusive ursparingar och avstängare.

Vad avses med "tim"?

tiden för vardera av träarbetarna eller för hela formsättningslaget

enbart "effektiv" tid eller all tid inklusive tidsbortfall, avbrott, väntan, hinder och störningar av olika slag.

Vilka förutsättningar rådde vad beträffar:

arbetsmetod

lagsammansättning

hjälpmedel och deras kvalitet

formmaterialet, dess kvalitet, upplagring, förpackning, förtillverkningsgrad m m

arbetets koppling till andra arbeten exempelvis armering, elinstallation i form

enstyckstillverkning eller seriebyggande

hustyp, byggnadens form och storleksordning

produktionsförhållanden på byggplatsen exempelvis organisation och ledning, materialleveranser, arbetskraft, väder och vind m m

övriga faktorer som medverkar till datavariation.

Hur har underlaget för datat uppmätts och hur statistiskt säkert är det angivna värdet:

noggrann mätning av producerad mängd eller endast genom uppskattning

noggrann mätning av förbrukad arbetstid med hjälp av arbetsstudier med särskilt arbetsstudieschema och stoppur eller endast genom tidsfördelning utförd i efterhand av arbetsledaren

data baserat på enstaka mätvärden eller data i form av en frekvensfördelning med angivna centralvärden och spridningar.

## KRAV PÅ ENTYDIGHET OCH ENHETLIGHET

För att ett datavärde (historik från en situation, som i princip aldrig återkommer exakt lika) skall vara av högsta kvalitet för prognosering av en förväntad situation, måste följande krav ställas:

- 1 *Entydigt preciserat arbete* för vilket datavärdet anges ("Vi måste för det första vara på det klara med *vilket jobb* som avses och för vilket datavärdet anges)
- 2 *Entydigt preciserat mängdunderlag för datavärdet* ("Vi måste även veta vilken sorts  $m^3$ ,  $m^2$ ,  $lm$  osv som använts som måtenhet för den producerade mängden")
- 3 *Entydigt preciserat tidsunderlag för datavärdet* ("Vi måste även veta vilken sorts tim, min, osv som angivits som mått på arbetsinsatsen")
- 4 *Entydigt preciserade faktorer*, som kan ha inverkat så, att datavärdet har blivit högt, "normalt" eller lågt ("Vi måste kunna bedöma och modifiera datavärdet med hänsyn till i prognossituationen aktuella förhållanden")
- 5 *Entydigt preciserade mätmetoder för mängd och tidmätning* ("Vi måste veta hur pass säkert datavärdet är rent uppmättningsmässigt sett").  
En misstolkning i något eller några av dessa avseenden kan innebära betydande fel i prognosen. Ur praktisk synpunkt är det dessutom önskvärt, att i största utsträckning *ett* visst sätt att entydigt precisera även blir enhetligt tillämpat. Därför är det önskvärt att följande kan genomföras:
- 6 *Enhetligt sätt att avgränsa arbeten vid olika detaljeringsnivåer i byggprocessen*
- 7 *Enhetliga mängd-, tid- och kapacitetsbegrepp*
- 8 *Enhetligt redovisningsätt* i form av likartad blankett med samma sorts information återkommande på samma plats på alla datablad och där datapåverkande faktorer, mätmetoder och övrig information anges så standardiserat som möjligt.

Det gäller att precisera de avgränsningar och faktorer — såväl i aktuellt arbete som i produktionsförhållandena i övrigt — vilka som är de *mest* karakteristiska för arbetet i fråga och som *mest* kan ha påverkat datavärdet. Ju mer entydigt man lyckas beskriva detta desto bättre möjligheter har man att ställa riktiga prognoser. Ju mer enhetligt man tillämpar avgränsningar, terminologi och sätt att redovisa data desto snabbare och med mindre risk för fel kommer datakommunikation att kunna ske mellan olika funktionärer i byggprocessen.

## PRECISERING AV AKTUELLT ARBETE

Den totala byggprocessen består av byggnadsproduktion och byggnadsförvaltning. Byggnadsproduktionen inrymmer skedena

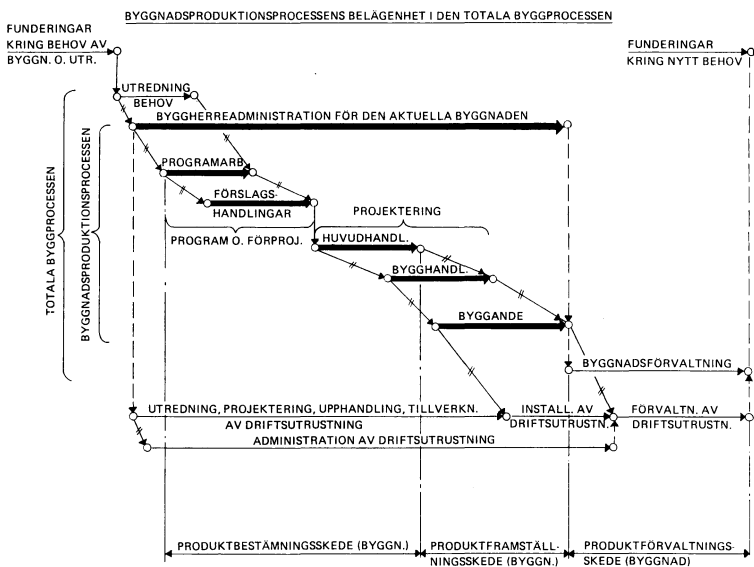


Fig 1

program och förprojektering, projektering samt byggande. Se fig 1. Byggandeprocessen inrymmer förutom administrativa aktiviteter etc den rena tillverkningen av byggnaden. Se fig 2 och fig 3. Tillverkningen bedrivs skedesvis och i vissa etapper inom skedet. Varje skedesetapp åstadkommes via ett antal arbetsoperationer ur en eller flera arbetsarter. Varje arbetsoperation kan i princip byggas upp via mindre arbetsförlopp — de allra minsta arbetsförloppen är uppbyggda av aktiviteter på MTM-nivå. Olika funktionärer i byggprocessen har i olika situationer behov av tids-, kapacitets- och kostnadsdata för arbeten på olika nivåer i byggprocessen. Entydig och enhetlig avgränsning är därvid väsentlig så att man talar om "samma

Fig 2

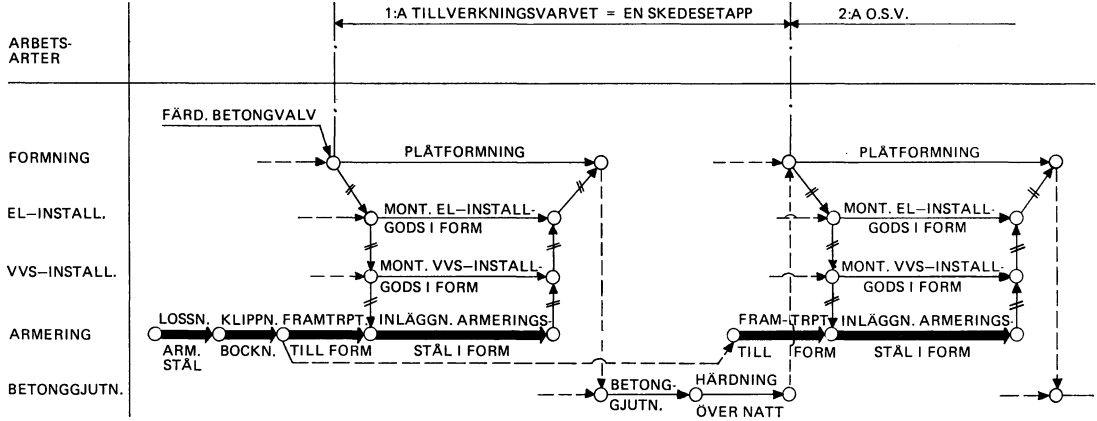


Fig 3

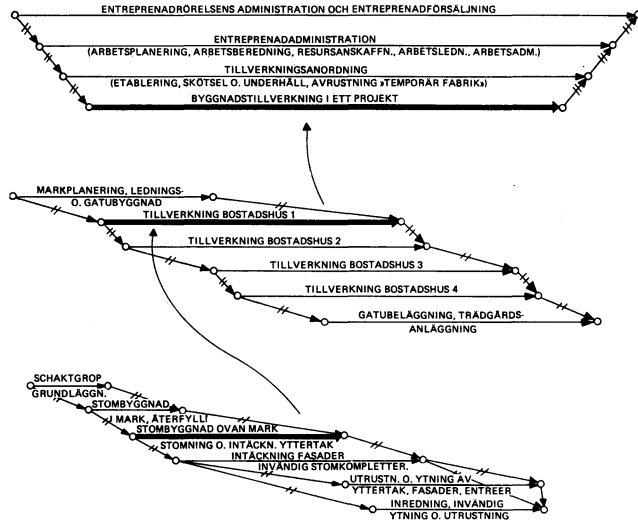
Byggande-  
processen

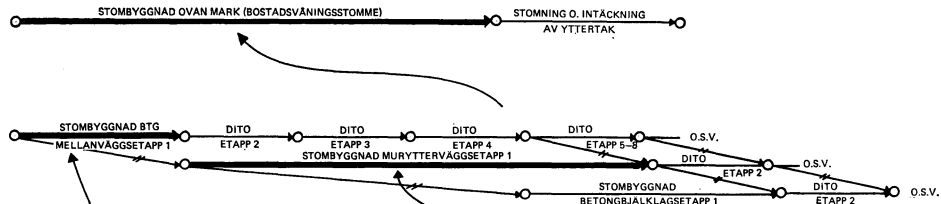
Byggnadstill-  
verknings-  
processen, exempel  
på arbetsförlopp  
på olika nivåer

Tillverkningar

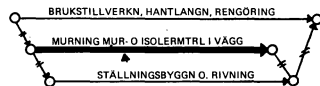
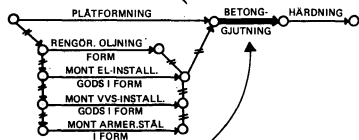
Tillverknings-  
skeden

## PRINCIPSCHEMA

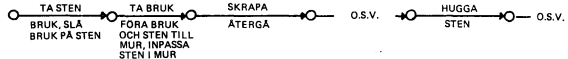
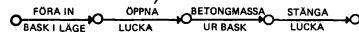
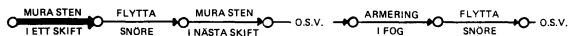
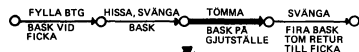
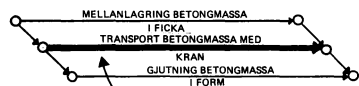




## Arbetsoperationer



## Operationsdelar ner mot MTM-nivå



jobb" vid datautbyte och därigenom undviker missförstånd. I rapport 1 ägnas dessutom speciellt intresse åt precisering av arbetsoperationsnivån eftersom den störningsundersökning som redovisas i rapport 2 avser störningar på byggoperationer.

## PRECISERING AV DATATS MÄNGDUNDERLAG

Vid t ex hantering av jord- och bergmassor måste volymbegreppet  $m^3$  preciseras i två avseenden, dels ur aspekten *teoretisk sektion* — *verkligt erhållen sektion*, dels ur aspekten "fast" tillstånd — "löst" tillstånd.

Med *teoretisk sektion* avses den på ritningen angivna eller den i förekommande fall till operationen anpassade sektionen, — dvs omprojekterad sektion — för att kunna utföra arbetet. Med verkligt erhållen sektion, *verklig sektion*, avses den efter operationen erhållna sektionen inklusive eventuella övermassor utöver teoretisk sektion. Teoretisk sektion mäts efter ritning eller arbetsinstruktion, verklig sektion mäts på operationsstället efter utförd operation. Fig 4.

Med *fast volym* avses massan i naturtillståndet, i en tipp e dyl. Med *lös volym* avses massan i uppluckrat tillstånd, t ex lossprängt berg i salva, sprängsten lastad på fordon, sprängsten "hopskakad" efter transport, sprängsten tippad vid lossningsplats. Under dessa olika steg ifrån salvan till tippen, sker visserligen omväxlande uppluckring och komprimering till en viss

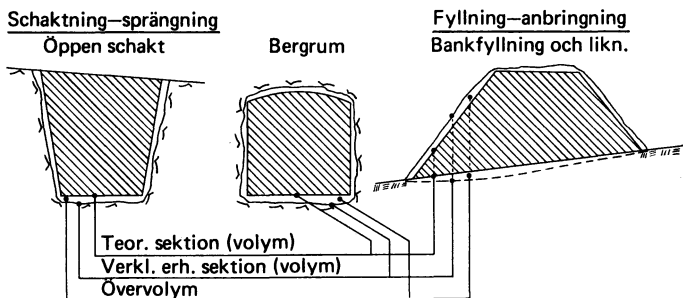


Fig 4. Principsektioner visande "teoretisk sektion (volym)" "verkligt erhållen sektion (volym)" samt skillnaden däremellan "övervolym".

grad. Denna volymförändring är dock av ringa betydelse jämfört med den som sker när fasta berget spränges loss. Alla dessa varianter kallas lös volym. Ett tredje volymtillstånd som åter närmar sig fast volym är *anbringad volym*. Härmed avses massan när den anbringats (fixerats) i ett slutläge t ex genom komprimering av massor i en vägbank.

De olika kombinationerna av dessa volymer framgår av nedanstående sammanställning där förkortningar införts för teoretisk = t; verklig = v; fast = f; lös = l; anbringad = a;

Teoretisk fast volym markeras med  $t\text{fm}^3$  osv. De vanligast använda kombinationerna är understrukna.

Massans hanteringstillstånd		Sortbenämning	
		Teoretisk volym	Verklig volym
"Fast"	1. Naturtillstånd	<u><math>t\text{fm}^3</math></u>	<u><math>v\text{fm}^3</math></u>
"Löst"	2. Anpassat	$t\text{lm}^3$	$v\text{lm}^3$
	3. Lastat på transportmedel vid lastningsplatsen	$(t\text{lm}^3)$	<u><math>v\text{lm}^3</math></u>
	4. Lastat på transportmedel vid viss pkt på transportvägen	$(t\text{lm}^3)$	$v\text{lm}^3$
	5. Lastat på transportmedel vid lossningsplats	$(t\text{lm}^3)$	$v\text{lm}^3$
	6. Lossat vid lossningsplats	$(t\text{lm}^3)$	$v\text{lm}^3$
"Anbringat"	7. Anbringat	$t\text{am}^3$	$v\text{am}^3$



Av sammanställningen framgår att begreppet "lös volym" är flertydigt beroende på att det kan appliceras på flertal hanteringstillstånd.

Skillnaden mellan volymbegreppen är alltså dels övermassor utöver teoretisk sektion, dels genom täthetsförändring i massan förorsakad volymförändring (svällning, krympning, komprimering, sättning). Skillnaden kan uttryckas dels i övervolymskoefficienter, dels i volymförändringskoefficienter. Av fig 5 framgår vilka markanta missförstånd som kan uppstå om ett kapacitetsdata baserat på en sorts m<sup>3</sup> användes vid t ex anbuds-kalkylering med mängden baserad på en annan sorts m<sup>3</sup>. Liksom vid jord- och berghanteringen är det väsentligt att precisera den uppmätta mängden vid pålning, betonggjutning, formsättning etc.

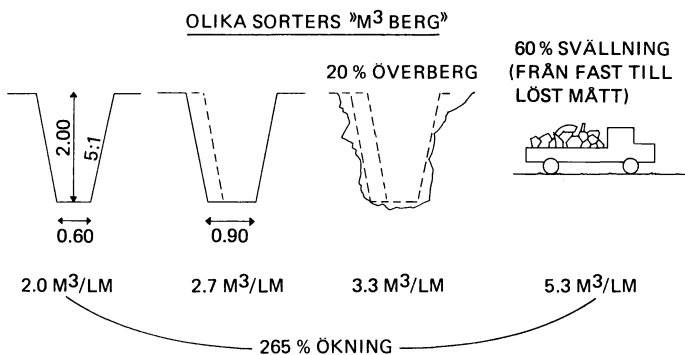


Fig 5

### PRECISERING AV DATATS TIDSUNDERLAG

Det räcker inte med att endast ange t ex timme som tidmätt i ett data. Det gäller att även precisera om den mätta tidåtgången avser arbetsinsatsen för en person, en maskin eller ett lag. Man måste även precisera om det uppmätta tidsunderlaget är "rent produktiv" tid eller tid som även innefattar tidtillskott och störningstid av olika slag.

Den uppmätta tiden skall preciseras med avseende på produktivtetsgrad, dvs i vad mån arbetsförloppet innehåller endast rent produktiva element eller även omfattar mer eller mindre nödvändiga eller t o m rent onödiga och stora tidtillskott.

Operationens totaltid			
Drifftid			Drift- avbrotts- tid
Metodtid		Arbetsplats- tillskottstid	
Skapa tid	Metod- till- skottstid	Arbets- frekvent	Tids- frekvent

Med *arbetsoperationens totaltid* avses all den tidförbrukning, som är att hänföra till denna operation. Det innebär att såväl produktiv som improduktiv tid av vad slag det vara må ingår utan åtskillnad i tidsunderlaget. Den omfattar även de mest oregelbundna och lågfrekventa tidtillskott i operationen — de mest långvariga störningarna, *driftavbrotten*. Dessa är av olycksfalls- eller haverikaraktär, t ex personolycksfall, maskinhaveri, stora leveransförseningar, strömavbrott, ras och explosion och oväder vilka orsakar avbrott i arbetet av en varaktighet större än 1 tim per avbrottsstillfälle. När totaltiden renodlats från driftavbrottsstid, återstår den tid, varunder operationen är i drift, *drifftiden*. Drifftiden består av dels tid för aktiviteter och uppehåll betingade av den tillämpade arbetsmetoden, *metodtid*, och dels av smärre tidtillskott till metoden från faktorer på den arbetsplats, där metoden för tillfället tillämpas, *arbetsplatstillskottstid*. Detta är den gemensamma gruppbeteckningen för sådana tidtillskott mindre än 1 tim/gång i samband med väntan, hinder, störningar och avbrott som tillkommer utöver de arbetsmoment som är betingade av den tillämpade arbetsmetoden i operationen.

Om arbetsmetoden kunde fullföljas efter planerna och upprätthållas från "morgon till kväll", dvs under tillgänglig arbets-

tid, skulle ingen arbetsplatstillskottstid uppstå. Vissa av dessa tidtillskott återkommer med en viss frekvens per dag eller tidsperiod av dagen, t ex sen början, gångtider till och från arbetsstället, ej avtalsenliga raster, iordningställande morgon och kväll, för tidigt slut osv. De grupperas under beteckningen *tidsfrekventa* arbetsplatstillskottstider och har närmast att göra med disposition av arbetsplats (gångtider och iordningställande), disciplin och hävd på orten (tidhållning och ej avtalsenliga raster). De varierar tämligen litet med olika arbeten. Övriga arbetsplatstillskottstider återkommer i takt med arbetet och kallas *arbetsfrekventa*. Hit räknas ordergivning, väntan vid kopplade arbeten som hindrar, väntan på materialleverans, hinder av krånglande maskiner och utrustning, service på dessa under arbetets gång, väderleks- och mörkerhinder, arbetarnas spontana pauser och tid för personliga behov m m. Metodtiden indelas i *skapatid* och tillskottstider från tillämpad metod, *metodtillskottstid*. Skapatiden är operationens "rent produktiva" tid, då mängdenheter kontinuerligt skapas, medan metodtillskottstiden är övrig av metoden tillskjutande tid, såväl rörlig, språngvis som fast tid.

Arbetsplatstillskottstider har kartlagts och arbetsplatsskoefficienter framräknats i den forskningsuppgift som beskrives i rapport 2.

Om inte tiden preciseras som persontimme resp lagtimme uppstår lätt missförstånd — är det den sammanlagda tiden för varje man i laget eller är det den löpande tiden för laget gemensamt? Om inte tiden preciseras som t ex metodtid eller drifttid framgår det inte om det är en störningsfri tid eller ej, vilket ytterligare kan ge anledning till missförstånd.

## PRECISERING AV DATAPÅVERKANDE FAKTORER

Det aktuella avgränsade arbetet och de faktorer på byggplatsen som kan ha påverkat att kapaciteten blivit hög, normal eller låg måste preciseras för att kapacitetsvärdet skall kunna modifieras och användas i en nyprognossituation (vid t ex produktionsplanering och kalkylering). Exakt samma förhållande återkommer praktiskt taget aldrig, varför ett kapacitetsvärde alltid måste prövas och modifieras innan det används i en ny situation. Förhållanden som planeringsnivå, arbetsledningens förmåga att få arbetet att pågå störningsfritt, olika lagsammansättningar, utrustning av varierande klass, väder och vind, ritningar, materialleveranser etc, inverkar olika från fall till fall.

## ENHETLIGT REDOVISNINGSSÄTT

I rapporten beskrives en rutin med blankett för kapacitets- och tidsdata. Då blanketten ifylls skall uppgifter kring datavärdet noteras på sådant sätt att de angivna kraven på entydighet och enhetlighet uppfylles. Ett på så sätt redovisat datavärde löper mindre risk att missförstås än det ovan angivna "formsättning=1 tim/m<sup>2</sup>"

### 3. INNEHÅLLET I RAPPORT 2: ARBETSPLATSKOEFFICIENTER, PÅVERKANDE FAKTORER OCH SAMBAND

#### TIDSFREKVENTA OCH ARBETSFREKVENTA TILLSKOTTSTIDER (METODOBALANSER)

*Tidsfrekventa* tillskottstider betecknar sådana, som återkommer tidsperiodiskt, t ex kaffepauser under arbetstiden kl 11 och 15, gångtider till eller från operationsstället vid raster, plocka in verktyg vid arbetsdagens slut och för sent ut från bod varje morgon. Dessa tidsfrekventa arbetsplatstillskott till operationen är lätt mätbara, eftersom de inträffar vid vissa tider och ofta för hela operationsenheten (laget) samtidigt. De är dessutom av en tidsutsträckning som lätt kan mätas med vanlig klocka och utan speciell arbetsstudieinsats.

*Arbetsfrekventa* tillskottstider inträffar i takt med arbetet i en operation. De utgöres av typen hinder, väntan och åtgärder, som inte ingår i operationsmetoden utan som avbryter eller snedvrider operationens arbetsmönster, t ex ordergivning, samtal om arbetet eller annat, personliga behov, väntan eller åtgärd vid leveransfel, maskinfel, ritningsändringar, bristande måttutsättning, hinder av annat näraliggande arbete, m fl orsaker. Såväl "nödvändiga" som "onödiga" tillskottstider som uppkommer i takt med att arbete pågår räknas som arbetsfrekventa. Dessa arbetsfrekventa arbetsplatstillskott kan vara svårämbärliga utan särskild insats, eftersom de inträffar oregelbundet, kanske drabbar endast en del av operationsenheten och ofta är av kortare varaktighet. De arbetsfrekventa tillskottstiderna vävs in i operationen och är därigenom svårare urskiljbara. De uppmättes med någon form av arbetsstudier.

Operationens arbetsmönster inrymmer oftast vissa "obalansliknande" aktiviteter eller väntetider, vilka dels är beroende av att skilda delarbeten i operationen planmässigt ej balanserar mot varandra, vilket ger som resultat viss väntan på annat

operationsmedel inom operationsenheten (laget) — sk metodberoende väntan. Dels är de beroende av, att vissa arbeten p g a arbetstyngd, förekomst av buller eller rök, höga höjder o dyl arbetsfysiologisk och arbetspsykologisk press kräver återhämtning i proportion till producerad mängd. Dels är de slutligen betingade av att vissa arbeten kräver kontinuerlig arbetsinstruktion, ritnings- och specifikationsläsning samt diskussion om arbetets utförande. Alla dessa "obalansliknande" aktiviteter och passiviteter är "kontinuerliga", d v s de återkommer i proportion till producerad mängd och är förutsebara. De kan därför inplaneras i operationens arbetsmönster och ingår i operationens metodelement. De får alltså inte förväxlas med operationsobalanserna = arbetsplatsens tillskottstider.

## KOPPLINGS-, ARBETSMILJÖ-, ARBETSKRAFTS- OCH VÄDER-/MÖRKERTILLSKOTTSTIDER

Arbetsplatsens tillskottstider grupperas — förutom i tidsfrekventa och arbetsfrekventa — även i fyra kategorier

kopplings-	tillskottstider	Ko
arbetsmiljö-	„	Am
arbetskraft-	„	Ak
väder/mörker-	„	VM

Tablå 1 visar de ingående delarna i arbetstillskottstiden.

De olika typerna av Apl-tillskottstid har uppmätts under utredningen och uttryckts som ingående procent av drifttiden för operationen i fråga. Dessa procenttal kallas för arbetsplatskoefficient med ingående delar t ex arbetsfrekvent del Apl-Af %.

## RESULTAT AV UNDERSÖKNINGEN AVSEENDE 187 ARBETSOPERATIONER INOM DE 25 ENVECKASSTUDIERN

Tablå 2 visar en sammanställning av erhållna värden. Tablå 2 är uppställd analogt med tablå 1 på sid 217.

Tidsfrekvent Apl-tillskottstid Apl-IT		Arbetsmiljö tillskottstid Apl-IT-Am	Io	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				Ou
Kopplings- tillskottstid Apl-Af-Ko				
Arbetsfrekvent Apl-tillskottstid Apl-Af		Arbetsmiljö tillskottstid Apl-Af-Am	Ka	
Arbetskrafts- tillskottstid Apl-Af-Ak				
Väder/mörker- tillskottstid Apl-Af-VM		Mö	Mörkertillskottstid. Väntan, hinder, åtgärd vid mörksituationer t ex vid byte av säkring, glödlampa, kabel. OBS! att kontinuerlig förflyttning av lampor i samband med operation i mörka utrymmen ingår i metotiden.	
TNE				Temperatur, nederbörd och blåst-tillskottstid. Väntan, hinder, åtgärd regn, blåst, snö etc.
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Kopplings- tillskottstid Apl-Af-Ko	Ku	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Arbetsplanering, ritningsläsning, ordergivning, arbetssamtal, kontroll. OBS! att kontinuerlig arbetsinstruktion ritnings- och specifikationsläsning etc vid vissa operationer som kräver dylik ingår i metotiden.	Pl	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Väntan eller åtgärd då något är fel, sönder eller saknas, vad beträffar material, utrustning eller operationsställe.	Vå	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Personliga behov, kortare rökpauser, spontan paus (vila), kortare samtal etc. OBS! att kontinuerlig återhämtning i arbetsfysiologiskt eller psykologiskt sett krävande operationer ingår i metotiden.	Pe	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Outnyttjad arbetstid i form av markant "snack" och avvikande från operationsstället under pågående operation.	Ou	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Förflytta operationsmedel till och från operationsställe d vs gångtider vid ordinarie raster morgon, kväll (bodar, förråd etc) OBS! att förflytta som är beroende av etapp eller mängd i operationen ingår i metotiden.	Flo	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak		Iordningställa operationsmedel (arbetsare, utrustning, maskiner) material och operationsställe vid ordinarie avbrott i arbetet t ex morgon, kväll. OBS! att iordningställa som är beroende av etapp eller mängd i operationen ingår i metotiden.	Io	
Arbetskrafts- tillskotts- tid Apl-IT-Ak				

Tablå 1. Arbetstillskott.

Apl% = 32 (22—51)								
Apl—Tf % = 17 (10—27)			Apl—Af% = 15 (7—28)					
Apl—Tf—Am% = 2 (0—6)		Apl—Tf—Ak% = 15 (10—20)	Apl—Af—Ko% = 0 (0—5)	Apl—Af—Am% = 8 (4—11)		Apl—Af—Ak% = 5 (1—8)		Apl—Af—VM% = 0 (0—2)
Apl—Tf— —Am—Jo% = 0—1 (0—2)	Apl—Tf— —Am—Flo% = 1—2 (0—4)	Ap—Tf— —Ak—Ou% = 13—17 (10—20)		Apl—Af— —Am—Pl% = 0—3 (0—8)	Apl—Af— —Am—VA% = 0—5 (0—9)	Apl—Af— —Ak—Ou% = 0—3 (0—7)	Apl—Af— —Ak—Pe% = 0—4 (0—8)	

Tablå 2. Koefficient med ungefärligt typvärde och "normal" spridning.

## SAMBAND MED STÖRNINGSPÅVERKANDE FAKTORER

Det är två huvudgrupper av faktorer som i samspel ger arbetsplatstillskottstider

operationens egna "anlag" för obalans (typ av störningskänslighet) benämnd *operationstyp*

faktorer på just den arbetsplats, där denna operation bedrivs och som påverkar operationen i obalansavseende, benämnda *arbetsplatsfaktorer*

### OPERATIONSTYP — I SIG SJÄLV EN INVERKANDE FAKTOR

För att en operation skall komma igång, behövs *det arbetare, utrustning och material* samt ett *arbetsmönster*, efter vilket arbets- och materialinsatserna samordnas för att uppnå det åsyftade operationsresultatet. Dessa faktorer är karakteristiska för operationen var den än bedrivs efter denna metod. Så är även fallet med sådana fysiologiskt och psykologiskt betingade "*arbetsgenskaper*", vilka följer operationen från arbetsplats till arbetsplats t ex arbetstyngd, grad av smutsighet, bullrighet, monoton, arbete som ger eller inte ger lätt synbara resultat och dylikt. Operationen har i produktionsplanen en *koppling* till andra operationer. Kopplingen kan till typ och grad variera från arbetsplats till arbetsplats beroende på aktuell produktionsstruktur. En annan variabel operationskarakteristika är *etappstorlek och läge i serien*. På en arbetsplats bedrivs operationen i början av serien och "småetappvis", på en annan långt framme i serien och i stora etappomgångar. Operationen behöver slutligen *organisation och administration* för att starta och hållas igång — planering, förberedelser, utsättning, materialavrop, ledning och kontroll. Även ett tekniskt och administrativt sett komplicerat arbete kräver mindre organisation och administration i ett inkört förlopp i en lång serie.

Operationens typ preciseras genom beskrivning av dessa understrukna behov och egenskaper i övrigt hos operationen — precisering av operationen med avseende på dennas latenta störningskänslighet.



De åtta operationsfaktorer som tillsammans karakteriserar operationstypen är alltså:

arbetarebehov  
utrustningsbehov  
materialbehov  
arbetsmönster  
arbetsegenskaper  
arbetskopplingar  
etappstorlek och serieläge  
organisationsbehov

### ARBETSPLATSAKTORER — "YTTRE" PÅVERKAN PÅ OPERATIONEN

Samma operation (med en viss operationstyp) kommer på skilda arbetsplatser med olika arbetsplatsförhållanden i olika obalans. Den faktor på arbetsplatsen, som knyts hårdast till operationen är *arbetarna* — deras arbetsinsats sker kontinuerligt inom operationens arbetsmönster. Nästa faktor som är hårt knuten till arbetsmönstret är *leverantörerna* — insatsen av material skall passa mot det för operationen valda arbetsmönstret. *Driftsledarna* är dels direkt knutna till arbetsmönstret vid t ex utsättning och kontinuerlig arbetsinstruktion. Dels styr de arbetarna och leverantörerna genom planering, order, avrop och dylikt och är därigenom indirekt hårt knutna till operationens arbetsmönster.

*Entreprenörens*, dvs byggproducentens, centrala funktioner och aktivitet och service — materiell såväl som immateriell — till den aktuella arbetsplatsen, är indirekt knuten till operationens arbetsmönster genom styrning av och service till driftledaren i form av arbetschefsaktivitet, produktionsplanering, materialupphandling, tillhandahållande av maskiner och utrustning, förråds- och verkstadsservice och dylikt. *Byggherren* påverkar entreprenör och driftledning och därigenom operationen huvudsakligen indirekt genom ritningar och beskrivningar, kontroll och ändringar. *Platsen* för produktionen, dvs ort och byggnadsområde, är en given förutsättning för såväl projektering och produktion, och den påverkar därigenom såväl indirekt som direkt operationen t ex dåliga kommunikationer på orten, dåligt utrymme vid saneringsbygge inne i storstad,

trångt inom byggnadsområdet o s v. *Årstiden* och därmed sammanhängande klimat- och ljusförhållanden har en direkt påverkan på speciellt "utomhusoperationer". Den är en given förutsättning för produktionen med stark anknytning till platsfaktorn. "Olyckliga omständigheter" är slutligen en faktor att räkna med, kanske speciellt i byggnads- och anläggningsindustrin med arbeten i mark, under bar himmel och med en temporär och mera provisorisk "fabrik" än vid stationär industri. Haverier av olika slag — markkras, sprängskador, maskinhaverier, personolycksfall, sträng kyla och kraftig nederbörd m m — är händelser varöver mänsklig makt oftast ej råder.

Dessa åtta grupper av förhållanden på den aktuella arbetsplats där operationen bedrivs benämnes arbetsplatsfaktorer. "Bra" eller "dåliga" arbetsplatsfaktorer ger olika arbetsplatstillskottstider till operationen.

Dessa faktorer har för vardera av de 187 arbetsoperationerna klassats systematiskt efter en 5-gradig skala där 1 = gynnsammaste och 5 = ogynnsammaste förutsättningar.

Utredningens resultat redovisas i rapporten i ett nomogram som visar samband mellan klassade faktorer och erhållna procenttal. Denna form av samband avser endast den arbetsfrekventa delen. För den tidsfrekventa delen visas sambandet med där gällande huvudvariabler.

Nomogrammet kan dels användas för att prognosera en trolig arbetsplatsofficient för en viss operation t ex i samband med produktionsplanering. Nomogrammet (liksom tablå 2) kan dessutom ge impulser till olika insatser för att minska de här avhandlade typerna av störningar på byggoperationer.

Det är väsentligt att påpeka att *alla* deltagande i byggprocessen har möjlighet att medverka till att minska störningar av detta slag t ex

Byggföretaget: kompletterande utbildning, ändamålsenligare utrustning

Arbetschefen: ökade insatser av produktionsplanering, materialleveransstyrning

Platschefen: mer systematisk driftplanering och arbetsförberedelse, förebyggande maskinunderhåll och arbetarskydd, bättre ordning och ökad "vi-anda" på byggplatsen

Arbetsledaren: bättre arbetsinstruktion och utsättning

Arbetaren: öppenhet för ökat samarbete, medverkan till bättre arbetsmetoder, bättre tidhållning

Utöver insatser från dem som direkt bygger bygget kan även de "utifrån" agerande parterna medverka med sin insats t ex

Byggherren: bättre bygghandlingar, mindre ändringar under pågående drift

Materialleverantören: bättre leveranskapacitet och hållande av avtalade leveranstider

Lokalföreningarna: hjälpmedel för närvarokontroll

Huvudorganisationerna: ändrad arbetsindelning, löneformernas anpassning till bättre prestationsstimulans.

Den redovisade studien har visat att störningsvärdena varierar kraftigt beroende på arbetsoperationens störningskänslighet i kombination med bättre eller sämre påverkande faktorer. För alla parter borde det vara angeläget att utnyttja de stora möjligheter till ökad produktivitet som här föreligger.

#### 4. DATAGRUPPENS PÅGÅENDE BYGGFORSKNINGSUPPGIFT

Rapport 1 redovisar ett produktionsdatasystem än så länge med huvudinriktning på arbetsoperationsnivå. Rapport 2 redovisar en specialstudie inom ett avsnitt av detta system nämligen arbetsplatstillskottstid.

Som en konsekvent fortsättning till dessa redovisningar bedriver Datagruppen f n en utredning avseende bl a en praktisk rutin för systematiska arbetsförberedelser (i form av checklistor för erforderliga resurser, anvisningar om effektiva arbetsmetoder, känsliga punkter i operationen etc). Alldeles speciellt borde sådana arbetsberedningar vara värdefulla för en ung eller mindre rutinerad arbetsledare då han skall starta upp ett visst arbete. Många störningar p g a bristande förutseende och ovana borde därigenom kunna förebyggas.

## ***Arbetsledningen och störningar på arbetsplatsen***

### BAKGRUND

Våra tidigare studier av arbetsledares arbetsuppgifter (Wirde-  
nius & Lönnjö, 1962) gav det för oss oväntade sidoresultatet  
att en central funktion för platsarbetsledningen vid ett hus-  
bygge är att ta hand om störningar i produktionen, dvs av-  
vikelser från det planerade produktionsförloppet som kan för-  
dyra eller försena bygget, medföra irritation på arbetsplatsen  
osv. Det gäller för arbetsledningen att ingripa mot inträffade  
störningar men naturligtvis även att söka förebygga att sådana  
störningar uppkommer.

Vi vill i den här rapporterade undersökningen närmare stu-  
dera denna aspekt av arbetsledningsfunktionen — att behand-  
la störningar. Vi är intresserade av hur platsarbetsledarna  
(främst platschefen) upplever de störningar som de möter i  
produktionsprocessen samt deras beteende i samband därmed.  
Fördjupade kunskaper om störningars uppkomst, upptäckt,  
förlopp och konsekvenser — som arbetsledningen uppfattar  
dem — gör det möjligt att effektivisera husbyggnadsprocessen  
genom att undanröja vanliga orsaker till störningar. Arbets-  
ledningen kan effektiviseras genom att den organiseras, rekry-  
teras och utbildas med tanke på att bättre kunna ta hand om  
störningar. Enligt bedömningar som vi låtit branschexperter  
göra, påverkas byggkostnaden till ca 10 % av kvaliteten på  
arbetsledningen (bortsett ifrån unika fall av extremt bra eller  
dålig arbetsledning).

Teoretiskt har studier på detta område betydelse därigenom att  
de skulle kunna ge en grund för att utveckla effektivitetsmått  
av typen "upplevd produktivitet på arbetsplatsen". Westerlund  
& Strömberg (1960) har påvisat svårigheten att mäta arbetsle-

darens insatser med generella objektiva mått. Deras undersökningar utfördes emellertid i stationär industri och på företag med tillverkning i långa serier.

## FÖRESTÄLLNINGSRAM OCH ARBETSHYPOTESER

Med arbetsledare avses här representanter för platsarbetsledningen, dvs de funktionärer som i Sverige brukar betecknas som "platschef".

Enligt vårt betraktelsesätt har en arbetsledare vid varje tidpunkt vissa förväntningar om byggets fortsatta produktionsförlopp, baserade bl a på den gällande tidplanen och hans tidigare erfarenhet. Dessa hans förväntningar kan vara sammansatta av en stor mängd delförväntningar beträffande olika moment av byggets förlopp och kan vara mer eller mindre medvetna, mer eller mindre detaljerade och precisa samt mer eller mindre långsiktiga. Ibland finner arbetsledaren att det verkliga förloppet troligen kommer att avvika från dessa förväntningar. Vissa sådana avvikelser upplever han som ett hot, beroende på att han bedömer dem kunna få negativa verkningar i form av fördyring, försening eller irritation på arbetsplatsen. Dessa negativa avvikelser kallar vi störningar. Vårt störningsbegrepp skiljer sig från det mera arbetsstudiemässiga begrepp som Ryhre tillämpat (Bostadsbyggandets planering, 1965).

Störningsbegreppet har flera beröringspunkter med den definition av olycksfall som en PA-rådskommitté (Hagbergh 1960) tillämpat: "Olycksfall är ett avbrott i det förväntade förloppet av samverkan mellan arbetande individer, arbetsredskap, arbetsmaterial och arbetsmiljö, som medfört eller bedöms kunna ha medfört en personskada". I båda fallen är det fråga om avvikelser från förväntningar. Båda begreppen avser endast avvikelser som bedöms medföra bestämda negativa konsekvenser, faktiska eller potentiella. De inrymmer även "tillbudet". Störningen utlöser hos arbetsledaren korrigerande eller kompenserande åtgärder, vilka syftar till att undanröja eller minska hotet. Styrkan av hotupplevelsen är proportionell mot summan av de upplevda potentiella konsekvenserna. Hans åtgärder avser med andra ord att minimera restkonsekvenserna, dvs de konsekvenser som eventuellt kvarstår sedan den sista kompenserande åtgärden vidtagits och fått verka.

Störningens "livslängd" är tiden från det arbetsledaren först blir medveten om den till dess han anser hotet så långt möjligt avvärjt, d v s efter det han satt in den sista kompenserande åtgärden och denna fått verka, så att eventuella restkonsekvenser kan bedömas.

Även om undersökningen på grund av att den rör sig på ett obearbetat fält måste bli beskrivande och närmast får karaktären av case studies, så tillåter den prövning av vissa preliminära arbetshypoteser. Så kan samgången mellan skilda aspekter av arbetsledarnas upplevelser av störningar, deras beteende i samband med dem och olika mått på arbetsledareffektivitet studeras. Man kan t ex pröva om vissa arbetsledare har precisare och mer realistiska förväntningar om produktionsförloppet än andra, om de tidigare identifierar och ingriper mot negativa avvikelser från detta förlopp, säkrare bedömer de potentiella konsekvenserna av dessa avvikelser samt drar på sig mindre restkonsekvenser.

På nuvarande stadium är det emellertid främst fråga om att pröva om vårt betraktelsesätt och vår begreppsapparat fungerar i en fältsituation och om olika aspekter av en störning kan observeras tillräckligt noggrant. I andra hand är beskrivningarna av störningar av intresse för analyser av mekanismerna vid upplevelsen av störningar och för prövning av hypoteser i det sammanhanget.

## METODER OCH GENOMFÖRANDE

De dataserier som vi samlar in på bygget är följande:

1. Företagsledningens förväntningar om produktionsförloppet, sådana de kommer till uttryck i föreliggande tid- och arbetsplaner.
2. Platsarbetsledningens förväntningar angående produktionsförloppet i stort, d v s resultat på kortare och längre sikt ("rullande förväntningar").
3. Verkligt produktionsförlopp i stort, faktiskt uppnådda resultat på kortare och längre sikt.

4. Platsarbetsledningens upplevelse av störningar under hela byggnadstiden.
5. Den närmaste överordnades (arbetschefens) perception av störningar på den aktuella arbetsplatsen kontinuerligt under hela byggnadstiden.
6. Platsarbetsledningens beteende i samband med rapporterade störningar.
7. Vid Arbetsledareinstitutet har vid några tillfällen den högre byggkursen medverkat för att rapportera egna exempel på störningar och för att analysera störningar som vi samlat in på fältet.

Data under punkterna 2—6 samlar vi in vid regelbundet återkommande intervjuer under hela byggnadstiden, för arbetsledarna veckovis och för de överordnade månadsvis. Under punkterna 1 och 3 inhämtas betydelsefull information även via tillgänglig dokumentation. Arbetsledningens beteende i samband med störningar, punkt 6, undersöker vi via intervjuer och via kontinuerlig direkt observation under en vecka av tränade, externa observatörer (samma personer som utför intervjuerna). Huvudsakligen följande aspekter av en störning registreras vid veckointervjun med arbetsledningen: typ av störning; byggdel som störningen närmast gäller; enstaka händelse eller serie av likadana händelser eller långvarigt tillstånd; sätt för upptäckt, plötslig eller "smygande"; anpassningstid; grad av hot; typ av åtgärd; tid som arbetsledaren ägnat störningen; väntad kostnadskonsekvens, förseningskonsekvens, irritation bland arbetarna; efteråt bedömd kostnadskonsekvens, förseningskonsekvens, irritation bland arbetarna; varaktighet; huvudorsak.

Ett tio-procentigt slumpmässigt stickprov av störningar har följts upp med en specialundersökning i syfte att få den utpekade syndabockens eller en initierad opartisk persons uppfattning av störningen.

Fältundersökningarna har bedrivits vid sex arbetsplatser i stockholmstrakten tillhörande fyra företag. Byggorganisationerna har föreslagit och förmedlat kontakten med dessa enligt deras uppfattning intressanta företag. Det är sannolikt att de

är välskötta och att de platsledningarna som anvisats oss tillhör de effektivare inom företagen.

## NÅGRA RESULTAT

Här följer några preliminära resultat av fältstudierna. Man bör vid tolkningen av dessa hålla i minnet att det är fråga om progressiva stockholmsföretag, som tillämpar moderna men inte avancerade byggmetoder.

På de sex studerade byggena gäller de vanligaste störningarna svårigheter med arbetskraften (såväl egen som sido- och underentreprenörers personal) och ofullkomligheten i det tekniska informationsunderlaget. Kvalitativa och kvantitativa brister i materialflödet till bygget utgör även en betydande del av störningarna. Speciella omständigheter på arbetsplatsen, t ex svåra grundförhållanden, dåligt väder och maskinfel är andra men inte lika vanliga typer av störningar. I stora drag överensstämmer den procentuella fördelningen på störningstyper som framkom vid fältundersökningarna med den fördelning som studien vid Arbetsledareinstitutet gav.

Restkonsekvenser rapporteras oftast i form av fördyring, mindre ofta som försening och ännu mindre ofta som irritation bland arbetarna.

I det föreliggande materialet står störningar av typen ofullkomligt informationsunderlag samt svåra förhållanden på platsen för de största kostnadskonsekvenserna.

Arbetsledarna utpekar leverantörerna som den vanligaste huvudorsaken till kvalitativa och kvantitativa brister i materialflödet och den egna personalen på byggplatsen, underentreprenörerna och i någon mån sig själva som orsaker till svårigheter med arbetskraften. Arkitekter och övriga konsulter anges som väsentliga orsaker till störningar av typen ofullkomligt informationsmaterial. Uppföljningen visade att de av arbetsledarna utpekade i många fall tog på sig skulden för de inträffade störningarna. I flera fall låg emellertid enligt deras rapport orsaken "längre bort från" arbetsledaren, t ex så att en utpekad arkitekt menade att han inte fått nödigt besked från beställaren.

I hälften av fallen upptäcker arbetsledaren störningen i samband med rond på arbetsplatsen, ofta i samband med ett helt



annat ärende. Arbetsledarna rapporterar att det är viktigt att göra dessa ronder och att överhuvudtaget vistas ute på bygget, vara med i vad som där sker, så att de så tidigt som möjligt kan spåra uppdykande störningar. Ca 80 % av störningarna inträffar plötsligt, utan föregående varning, övriga uppenbarar sig småningom och efter vissa förebud till arbetsledaren. Vanligen ligger hotet från störningen kvar under tämligen lång tid, en vecka till en månad. De nämnda omständigheterna bidrar till att göra platschefens arbete pressande. Till detta kommer att han i allmänhet förväntas klara av störningen helt självständigt.

Företagsledningens förväntningar om produktionsförloppet — sådana de kommer till uttryck i tidplanen — skiljer sig på de studerade byggena mycket från det verkliga förloppet. Överensstämmelsen gäller i bästa fall huvudsakligen start- och slutpunkterna. Arbetsledarnas "rullande" förväntningar 1—3 veckor framåt, så som de rapporterat dem till oss, skiljer sig i vissa avseenden från företagsledningens och är enligt våra data mer realistiska, även om avvikelserna från verkligheten i och för sig får anses vara betydande.

Vi planerar fortsatta undersökningar utanför Storstockholmsområdet samt på monteringsbygge i stora serier, där vi tror att delvis andra förhållanden råder, vilka kan påverka störningsmönstret. Speciella förhållanden i Stockholm är t ex lagbas-systemet, trafiksvårigheter, bättre servicemöjligheter och speciella arbetskraftsproblem.

## LITTERATUR

*Bostadsbyggandets planering, Stockholm 1965.*

Näringslivets bostadsutredning, nr 4.

HAGBERGH, A. *Olycksfall, individ, arbete och arbetsmiljö. Stockholm 1960.* PA-rådets meddelande, nr 23.

WESTERLUND, C & STRÖMBERG, L. *Mätning och bedömning av förmansprestationer.* Stockholm 1960 (stencil).

WIRDENIUS, H & LÖNNSJÖ, S. *Arbetsledares uppgifter inom husbyggnadsindustrin.* Byggforskningen, Rapport 85: 1962.

## ***Enhetliga regler för uppmätning av produktmängder från ritningar***

Inom byggnadsbranschen behöver man uppgifter om mängder i många olika sammanhang. Mängduppgifter behövs bl a för lånevärdering, kostnadsberäkning, upphandling, planering, inköp, löneberäkning, kostnadskontroll och erfarenhetsåterföring. Kraven på mängduppgifternas detaljeringsnivå och exakthet beror på vad uppgifterna skall användas till. De tekniska möjligheterna att definiera och mäta är olika i olika skeden och olika situationer. Det är därför icke meningsfullt att söka åstadkomma enhetliga regler för all uppmätning av mängder inom byggnadsbranschen.

Kraven på entydighet och enhetlighet gäller främst sådana mängduppgifter som skall förmedlas mellan olika parter i byggprocessen samt uppgifter som skall användas för jämförelser. Enhetliga regler för uppmätning av sådana mängduppgifter kommer att skapa en ökad klarhet och undanröja många feltolkningar och missförstånd. Vidare kan det totala mätningsarbetet minskas genom att dubbelmätning kan elimineras. Entydiga och enhetliga mängduppgifter torde dessutom vara en nödvändig förutsättning för meningsfull erfarenhetsåterföring. I Sverige finns inte några allmänt tillämpade normer för mängduppmätning inom byggnadsbranschen. Kungl Bostadstyrelsen har utfärdat föreskrifter för uppmätning i samband med långivning för bostadshus. Publikationen "Fastighetsnomenklatur" utgiven av Institutet för värdering av fastigheter i Stockholm innehåller vissa regler för uppmätning i samband med fastighetsvärdering. Kungl Byggnadsstyrelsen har utgivit regler för yt- och volymberäkning. Gällande ackordsprislister innehåller detaljerade regler för uppmätning av mängder såsom underlag för lönesättning. Det finns inga publicerade regler för uppmätning av mängder avseende byggdelar, konstruktioner och ma-

terial för mängdförteckningar och mängdbeskrivningar avsedda att bilda underlag för anbudskalkylering och upphandling. I Norge finns vissa mättningsregler publicerade i Norsk Standard. I England tillämpas allmänt reglerna i Standard Methods of Measurement of Building Works. I Tyskland har man reglerat uppmätning och avräkning av byggnadsarbeten i Verdingungsordnung für Bauleistungen. Även i Frankrike finns allmänt tillämpade mättningsregler och planer lär föreligga på att utarbeta samordnade mättningsregler för EEC-området.

Med anslag från BFR har BDC, Byggnadsindustrins Datacentral, gjort en kartläggning av frågan om mättningsregler och sammanställt en rapport "Grundläggande principer för enhetliga mättningsföreskrifter inom byggnadsbranschen".

För att skapa en referensram för det fortsatta arbetet indelades mängduppgifterna i tre grupper

programmängder  
produktmängder  
produktionsmängder

Bland *programmängderna* ingår mängduppgifter av typ byggnadsvolym, byggnadsyta, våningsyta, golvyta, hushöjd, våningshöjd, rumshöjd etc. Programmängderna kan uttryckas i samband med utarbetandet av programhandlingarna. De avser sammansatta begrepp som är av intresse bl a för beställarens erfarenhetsåterföring, kostnadsplanering och kostnadskontroll. *Produktmängderna* framkommer under produktbestämningen och innehåller i princip volym-, yt-, längd- och styckuppgifter på nivån "färdig byggdel" eller "delprodukt".

*Produktionsmängderna* beräknas vid producentens/entreprenörens produktionsberedning. Beräkningen av produktionsmängderna baseras dels på uppgifter om produktmängder, dels på producentens erfarenhetsvärden om materialåtgång för olika konstruktioner, tidåtgång vid olika arbetsmetoder etc.

Utöver vissa axiomartade teser som berör reliabilitet, validitet och relevans, har följande grundläggande principer framkommit:

1. Endast vad som framgår direkt av ritningar kan mätas enhetligt. Mängduppgifter som fordrar bedömanden eller beslut utöver vad som framgår av ritningarna kan icke mätas

enhetligt. De mängduppgifter som svarar mot de produktbestämmande redovisningsenheterna, d v s program- och produktmängderna, kan följaktligen mätas enhetligt från ritningar. Produktionsmängderna kan däremot inte mätas från ritningar, då de även beror av faktorer som endast kan bedömas av producenten.

2. Man bör eftersträva att en och samma uppmätning från ritningarna skall ge mängduppgifter som kan användas till så många ändamål som möjligt. Därigenom minskar man det totala mätarbetet och erhåller en samordning mellan olika användningsområden.
3. Mängduppgifter som mätes enhetligt bör "gå i varandra", d v s delmängder skall direkt kunna läggas samman till större mängdbegrepp utan att några omräkningar eller korrigeringar behöver göras. På så vis får man bl a en önskvärd sammankoppling mellan programmängderna och produktmängderna, enklare mätning förfarande och bättre möjligheter att kontrollera mängduppgifterna.
4. Uppmätningen måste grundas på verklighetsåtergivande faktorer men ske utan onödigt beaktande av detaljer och förhållanden av mindre betydelse. Önskemålen om enhetlighet, en enda uppmätning och sammanläggbarhet kräver sålunda vissa generaliseringar. Fastställer man normer för enhetlig uppmätning av program- och produktmängder med angivna toleranser för mätningen kan dock var och en med kännedom om normerna använda mängduppgifterna efter sina egna behov.
5. De produktenheter som uppmättes skall vara entydigt bestämda genom ritningar och beskrivningstexter och normalt ha byggdelskaraktär. Uppmätning byggdelsvis ger enklare uppmätning, möjliggör att samma mätregler kan tillämpas vid olika produktbestämningsformer och sammankopplar produktmängder med produktionsmängder så att producenternas kostnadsinformation till beställarsidan blir mer praktiskt användbar.

BFR har beviljat anslag för en andra etapp i BDC:s arbete med mättningsregler. Denna andra etapp avser utarbetande av enhetliga regler för uppmätning av produktmängder från ritningar.

Uppgiften innebär att skapa regler för

vad som skall mätas  
hur mätningen skall utföras  
noggrannhet i mätning och resultatangivning

Denna uppgift sammanhänger mycket nära med andra arbetsuppgifter som pågår inom BDC i syfte att utveckla grundläggande systematik, definitioner och koder, som genom allmän användning i byggnadsbranschen ger en samordning ifråga om redovisningsteknik i vid bemärkelse.

Framför allt sammanhänger mätningsreglerna med skapandet av entydiga definitioner av delprodukter. Definitionerna av delprodukter byggs upp i tabellform som exemplet på nästa sida visar. Dessa tabeller kallas delproduktmatriser och kommer att publiceras i 1970 års upplaga av ByggAMA och övriga AMA-skrifter.

Mätningsreglerna utarbetas i anslutning till arbete med mängd-beskrivningar för praktiska projekt. Detta innebär att det blir ett kontinuerligt samarbete både med entreprenörer och projektörer. Därigenom får man den fortlöpande praktiska kontroll av tankegångar och delresultat vilken är nödvändig för att ett arbete av denna art och omfattning skall ge praktiskt användbara resultat.

Arbete med sikte på att utforma erforderliga definitioner och regler för uppmätning av programmängder beräknas kunna sättas igång under andra halvåret 1969.

*Delprodukter av murstenar och murblock (Väggar, murar o dyl)*

	I	II	III	IV	V	VI
	Typ av konstruktion	Tjocklek	Ytbehandling	Murtyp	Kramling	Toleransklass
0	Allmänt, Föreskrifter					
1	Murverk av kalksandsten	1/2-stens mur	Till puts en sida	Motmurning	Inkl 4 kramlor/m <sup>2</sup>	Toleransklass 1
2	Murverk av murtegel	3/4-sten mur	Till puts två sidor	Bakmurning		Toleransklass 2
3	Murverk av fasadtegel	1-stens mur	Till fogning en sida	Skalmur		Toleransklass 3
4		1 1/2-stens mur	Till fogning två sidor			Toleransklass 4
5		2-stens mur	En sida puts en sida fogning			
6		2 1/2-stens mur	Till tunnputs			
7						
8						
9	Special-					



## Kostnadsåterföring i byggprocessen

Med begreppet återföring eller feed-back avses att ta ut information i en process för att reglera processen på ett lämpligt sätt. Innebörden kan beskrivas som i fig 1. Förenklad brukar man beteckna denna process som i fig 2.

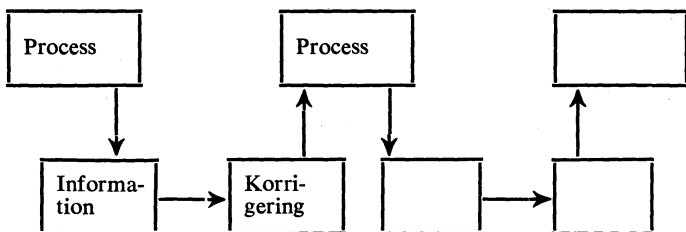


Fig 1. Återföring av information.

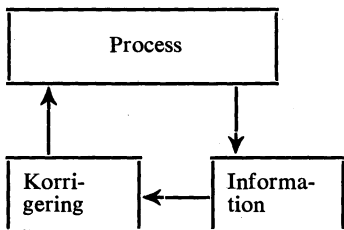


Fig 2. Återföring av information. Förenklad bild.



I produktprocessen behöver man *för det första* få information från den löpande produktionen för att kunna kontrollera och påverka den i önskvärd riktning, *för det andra* hämta sådan information som kan användas vid planeringen av nya produkter.

Vi är här mest intresserade av kostnadsinformation. Det är dock ingen viktig begränsning. Syftet med all planering och kontroll bör vara att skapa ändamålsenliga och billiga produkter.

Som en utgångspunkt för diskussion av återföring av erfarenhet inom byggnadsindustrin kan det vara lämpligt att beröra förhållandena i den stationära industrin. Där bedrivs produktionen oftast på en given plats. Det är också ofta fråga om upprepning av identiska procedurer. Det är tämligen lätt för en sådan producent att systematiskt återföra information och vidta korrekationer av olika slag. Vid nyproduktion är det ofta frågan om sammansättning av många smådelar som man var för sig har erfarenhet av att tillverka. Producenten i den vanliga industrin är själv initiativtagare till sina nya produkter och kan alltså utforma dem med hänsyn till tidigare erfarenheter av liknande produktion. Likaså svarar han oftast för marknadsföringen och får själv direkt information om kundernas reaktioner, som han kan lägga till grund för såväl förändringar av existerande produkter som för utformningen av nya. Betecknande för kalkyleringen är att den är homogen, d v s utfallet kan direkt jämföras med kalkylerna.

I fig 3 visas en schematisk bild av byggprocessen. En lång rad olika parter är inblandade. Projekteringen sker på initiativ av en beställare som anlitar olika konsulter: arkitekt, konstruktör,

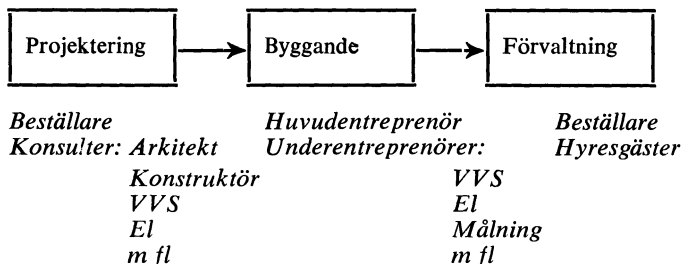


Fig 3. Parter inblandade i byggprocessens olika skeden.

vvs-konsult, el-konsult m fl. Produktionen utförs å andra sidan av en lång rad entreprenörer t ex byggnadsentreprenör, entreprenörer för vvs, el, målning. När huset sedan skall utnyttjas är det vanliga att ägaren — ofta beställaren — hyr ut lägenheter eller lokaler till hyresgästerna som alltså utnyttjar den färdiga produkten. Förutom dessa parter tar olika myndigheter, banker m fl en aktiv del i processen.

Framförallt splittringen mellan produktplanerare och producent medför stora svårigheter att systematiskt återföra och utnyttja information. Den speciella marknadssituationen åtminstone inom bostadssektorn med efterfrågan på allt som producerats och därmed följande svårigheter att avläsa konsumenternas preferenser bidrar också. Svårigheten accentueras ytterligare av att byggherrarna ofta bygger intermittent och att även de byggherrar som har ett mera kontinuerligt byggande ofta har kontakt med olika entreprenörer vid olika byggen. Dessa entreprenörer i sin tur bygger inte specialiserade hus typer utan får anpassa sig efter de produkter som byggherrarna beställer.

Nu diskuteras livligt om man skall kunna ändra på själva förutsättningarna för byggandet. Tanken är då att entreprenadföretaget skall få komma in på ett betydligt tidigare stadium i byggprocessen så att det inte blir ställt inför en färdig produkt utan kan låta sin produktionserfarenhet påverka husets utformning. Man talar här om tidig upphandling eller t o m totalentreprenad där entreprenadföretaget även skall svara för hela projekteringen.

Det diskuteras även om entreprenadföretagen i större utsträckning själva borde projektera och marknadsföra egna hus typer så att man kan åstadkomma en enhetlig produktion av ett begränsat antal typer.

En annan utveckling som kan förbättra förutsättningarna för erfarenhetsåterföring är utvecklingen mot byggande i långa serier. Det är klart att om ett entreprenadföretag får utföra ett mycket stort projekt, som pågår under en lång tid, kan det utnyttja erfarenheterna från den första delen av projektet för att uppnå en allt högre effektivitet under senare stadier av produktionen.

Återförd kostnadsinformation används vid kalkylering. Kalkylering förekommer naturligtvis både hos beställare och entreprenör. Beställaren gör ofta s k värderingar på tidiga sta-

dier. I samband med upphandlingen — när projektets utformning är bestämd — görs ofta en förkalkyl. Detsamma gör entreprenören som även gör en efterkalkyl när projektet är klart. Betecknande för dessa tre kalkyltyper är att de bygger på helt olika underlag.

Värderingen bygger på erfarenheter om tidigare projekts totalkostnader eventuellt fördelade efter olika entreprenörkategorier.  $M^2$ - och  $m^3$ -priset beräknas och läggs till grund för kostnadsberäkningen av de aktuella projektet.

Förkalkylerna görs numera ofta på grundval av mängdförteckningar. I dessa förtecknas ingående mängder av olika varor. Varornas priser beräknas liksom kostnaden för att placera dem i byggnaden. För detta syfte beräknas sk enhetspriser för arbete. Detta är ett komplext värde som byggs upp syntetiskt. De baseras på ackordspriserna och tillägg görs för bl a dagtid, ackordskompensation, semesterersättning, hjälparbeten m m. Slutligen görs ett procentuellt omkostnadspålägg. Vid val av tekniska lösningar (projekteringskalkyler) bygger man upp kalkylerna på samma grunder.

Efterkalkylen slutligen baseras ofta på bokföringsuppgifter. Här redovisas separat uppgifterna om materialkostnader, hjälp-material, löner, semesterersättning, olika omkostnader o s v. Det är alltså ofta ej möjligt att följa upp delarna i de tidiga kalkylerna och studera om de beräknade delkostnaderna kan hållas. Vore detta möjligt skulle man på ett bättre sätt kunna anpassa husutformningen och produktionsplaneringen på ett ur produktionssynpunkt optimalt sätt.

För den kommande utvecklingen medför datatekniken förbättrade möjligheter att samla kostnadserfarenhet som kan användas både för planering av nyproduktionen och styrning av pågående produktion. Man har här möjlighet att samla in en mängd detaljerade uppgifter och få dessa sorterade på ett för olika beslutssituationer relevant sätt. I det första steget i datamaskinens utnyttjande gör man mängdförteckningar, förkalkyler och projekteringskalkyler på i stort sett traditionellt sätt. Dock har man lyckats integrera bakåt så att man även gör värderingar som bygger på mer detaljerade uppgifter än tidigare. Kalkylerna kan alltså göras snabbare och säkrare men uppföljningsproblemet kan ännu ej sägas vara löst i praktiken även om dataprogram härför har utarbetats.

Av det ovan sagda framgår att utvecklingen går mot ett läge

där det kommer att finnas större möjligheter till systematiskt utnyttjande av information. På olika håll pågår även utvecklingsarbete för att bli direkt skapa underlag för en systematisk kalkylering, kostnadsuppföljning och kostnadsåterföring. Ett viktigt arbete pågår inom det branschägda företaget BDC. Man arbetar här med att göra databehandlade mängdförteckningar som skall användas vid upphandlingen. Mängdförteckningar är den enda utvecklade kommunikationen när det gäller produktionsdata mellan beställare och entreprenör. Inom BDC vill man nu skapa enhetliga regler för sådana mängdförteckningar. Man vill även skapa ett enhetligt kodsysteem och språk för byggnadsbranschen. Man hoppas att dessa mängdförteckningar kommer att utnyttjas i stor utsträckning och användas även för prissättning. Om beställaren får tillgång till prissatta mängdförteckningar får han möjlighet att sortera kostnadsdata och få ut relevant information för produktbestämningen. Även entreprenören skall kunna få enhetliga och entydiga data som kan användas för kalkylering, produktionsplanering, kostnadsuppföljning och efterkalkylering.

Man får dock inte tro att datatekniken snabbt skall lösa alla problem. Huvudsaken är inte mycket information utan relevant information. Inom branschen är man ovan att utnyttja förfinad information. Man vet knappast heller vilken information man behöver ha i olika beslutssituationer. Först efter ett successivt provande av en till en början enkel men systematisk erfarenhetsåterföring kan man finna de rätta formerna.

Inom byggforskningsinstitutet angriper vi problemområdet kostnadsåterföring i byggprocessen i tre projekt. Gemensamt för alla är att de inriktas på byggherrens behov. I det första projektet vill vi utnyttja tillgänglig information och skapa en enkel kostnadsföringemekanism. Vi har i samarbete med skolöverstyrelsen och kommunförbunden utarbetat en kostnadsredovisningsplan som skall användas för redovisning av skolbyggnadskostnader till skolöverstyrelsen och som även ingår som del i kommunförbundens sk K-plan. Den baseras på kostnadsfördelningen enligt den sk entreprenadindex H 63. Kostnadsindelningen enligt H 63 framkommer som ett naturligt led i byggprocessen och utsätts för kontroll av både arbetsgivare och byggherre. Blanketten har använts under ca 2 år och vi har nu fått underlag för analys och bearbetning. Tanken är att statistiken skall användas som underlag för kalkyle-

ring av byggnadskostnader både av skolöverstyrelsen och kommunerna.

I ett andra projekt söker vi direkt utforma en kalkylmetod för program- och projekteringsstadierna. Den bygger på att BDC-metoden för databehandling av mängdbeskrivningar kommer att utnyttjas. Därigenom får man stor flexibilitet när det gäller att sortera kostnadsdata på olika sätt.

Kalkylerna skall grundas på en mängdförteckning, dock inte av sedvanligt slag. Den skall innehålla mängder av specifika byggdelar. Byggdelarna skall relateras till sådana faktorer som man känner på programstadiet, nämligen funktionskrav, rums-tytor och byggnadens volym. Vårt första problem blir då att bestämma vilka byggdelar som skall vara rumsknutna respektive byggnadsknutna.

En viss byggdel kan ha varierande egenskaper. Så t ex kan en innervägg vara brand-, värme- och ljudisolerande i olika hög grad. Detaljeringsgraden ökar om man kan fastställa egenskaper för byggdelarna. Detta är det andra problemområdet. När dessa problem lösts gäller det att samla statistik över mängder av egenskapspreciserade byggdelar fördelade på olika rumstyper (ytor) och byggnadsvolym. För att få underlag till denna statistik måste mängdförteckningarna vara uppställda på nivån "specifik byggdel" eller lätt kunna sorteras till denna nivå. Så är tyvärr inte fallet med de traditionella mängdförteckningarna och inte heller med dagens BDC-mängdförteckningar. Detta utgör ytterligare ett problem, som vi emellertid hoppas skall bli löst i samband med den pågående BDC-utvecklingen. På grundval av statistiken kan sedan en hypotetisk mängdförteckning över specifika egenskapspreciserade byggdelar för den aktuella byggnaden göras. Från denna förteckning gör man därefter val av tekniska lösningar som uppfyller egenskapskraven. Prissättningen görs på grundval av aktuella priser för valda tekniska lösningar. Prisuppgifterna hämtas från mängdförteckningar för nyligen upphandlade byggnader.

Vi hoppas att en sådan prissatt mängdförteckning skall ge så noggranna kalkyler att de kan utgöra ram för den följande projekteringen. Tanken är också att mängdförteckningen skall följas upp under projekteringen och successivt detaljeras så att den så småningom övergår i en BDC-mängdförteckning som kan användas vid upphandlingen. Vid tidig upphandling skall

man kunna använda den första egenskapspreciserade mängdförteckningen som underlag.

I denna studie samarbetar vi med RDC, Centralkonsult, byggnadsstyrelsen och Byggherreföreningen. BDC arbetar med egenskapsprecisering av byggdelar, Centralkonsult med en kalkylmetod där man direkt samlar kostnader för rums- och byggnadsknutna byggdelar. Byggherreföreningen arbetar med kostnadsstyrning av projekteringen baserad på traditionella mängdförteckningar och byggnadsstyrelsen med kostnadsstyrning utifrån statistik från BDC-mängdförteckningar.

Vi har också startat ett projekt som har en långsiktig inriktning. Som nämnts saknas grundläggande kunskap om vilken kostnadsinformation som behövs vid olika beslutstillfällen under projekteringen. Vi gör nu en grundläggande studie av informationsflödet och beslutsprocessen i program- och projekteringsarbetet framförallt när det gäller kostnadsinformation och ekonomiska avgöranden. I det första steget väljer vi ut ett antal byggherrar och för var och en av dessa studerar vi dels organisation och kalkylförfarande samt program- och projekteringsarbetets allmänna utföranden. I det andra gör vi detaljstudier av program- och projekteringsarbetet för utvalda projekt.

Genom dessa studier skall vi få underlag för i vilka beslutssituationer kostnadsinformation behövs och hur den bör vara organiserad. Det är ännu för tidigt att dra några definitiva slutsatser. Vi tror oss emellertid ha funnit dels att många viktiga beslut på ett rationellt sätt kan fattas utan *direkt* kostnadsunderlag, dels att de sk projekteringskalkylerna för val av tekniska lösningar intar en betydande plats och att mycket fattas för att dessa kalkyler skall avspegla verkligheten på ett rättvisande sätt.



Professor LENNART HOLM  
Statens institut för byggforskning

## ***Diskussionsinlägg: Några utvecklingslinjer för arbetet inom Statens institut för byggnadsforskning***

Jag skall redogöra för institutets verksamhet under tre punkter.

- 1 Institutets engagemang i konsumentriktad forskning.
- 2 Institutets engagemang i produktionsriktad forskning.
- 3 Institutets relationer till utbildning och forskning inom andra sektorer.

Den konsumentriktade forskningen har kanske blivit svårare att tackla nu än vad den var tidigare. Den forskning som inriktar sig på att kartlägga konsumenternas behov — anspråk på vår dagliga miljö antingen det är bostaden, bostadsområdet eller samhället i sina större funktioner och vår naturmiljö — den forskningen står naturligtvis i ett förhållande till allmän opinionsbildning, till allmän politik, ett förhållande som stundom kan bli rätt komplicerat. Man begär forskning som skall kartlägga konsumenternas värderingar och synpunkter. Genomför man sådan forskning, som vi har gjort i många år t ex på bostadsområdet, och kartlägger konsumenternas värderingar och gör beteendeskrivningar, då möts man, av samma som har begärt denna forskning, med argument som: "de resultat som ni får fram, de visar ju bara hur man bedömer nu; det som är viktigt för vår planering är hur man kommer att bedöma i framtiden". Samma som har efterlyst en forskning som kartlägger konsumenternas värderingar är i nästa stund färdiga att säga: "Just de värderingarna är de mest utvecklingshämmande". Man söker en "prognostiserande sociologisk forskning" — det är en fin tulipanos. Konsumenternas värderingar är i hög grad en frukt av vad de bjuds, av vilka faktiska



alternativ de har att pröva och har prövat. Den debatt som Lars Gyllensten dragit upp i Dagens Nyheter med anledning av Skärholmen ger exempel på de här svårigheterna. Han frågar: vem har bestämt att det skall se ut på just det här sättet? De som har bestämt är de som är utvalda att vara folkets politiska ombud. De har försökt att underrätta sig om hur man utnyttjar och hur man värderar det man successivt har byggt. De har försökt, i sitt utvecklingsarbete, att använda denna forskning som ett filter eller en utkristallisation av vad som är bra och vad som är dåligt, vad som pekar på utvecklingsbara vägar och vad som bör sorteras ut som undermåliga tekniska lösningar och inte upprepas. I ett sådant samspel med politikerna har institutet stått under en lång rad av år, och vi har fått finna oss i att de bidrag vi kan ge bara är *ett* av de underlag på vilka ett politiskt beslut, ett beslut om de program som man skall fullfölja, kan byggas. Jag tror att man måste vara försiktig när man, som Gyllensten och andra seriösa debattörer av detta, efterlyser en forskning som *direkt* skall ge programmet för vad vi skall göra i morgon. Jag tror inte man skall vänta sig att det är forskningen som löser de problemen. Ett program innehåller en så stor portion *vilja*. Försöker man formulera viljan forskningsvägen så har man redan gjort den lite mindre dynamisk; den har blivit etablerad och det reser sig omedelbart en annan vilja emot den. Forskningen på konsumentområdet står ständigt i relation till konsumentuttryck av annat slag, det må sedan vara i informella grupper eller i de etablerade politiska, parlamentariska formerna. Det ena kan inte ersätta det andra. Vi måste vara försiktiga med övertramp i de här frågorna.

När en av institutets medarbetare i går ironiserade över hur boendeservicefrågan hade behandlats, så var det mot denna bakgrund. Det har pågått ett ordentligt arbete på att studera bostadskonsumenternas vanor och värderingar. Den sanna redovisningen av de forskningsresultaten är, som Thiberg antydde här igår, inte särskilt imponerande om man skulle ta dem som aktionsbakgrund för ökad boendeservice. Dessa forskningsresultat fastslår de etablerade familjemönstren, önskingarna om att klara sig själv och att göra det långt in på ålderns höst, att göra sig oberoende av kollektiva institutioner av annat slag än de som är rent anonymt fungerande, verktyg till förenkling av vissa hushållsfunktioner. Även mellan dessa går det att göra

en klar rangordning mellan vad som är riktigt angeläget, bråds-kande och vad som är marginalbehov som vissa grupper i vissa situationer, kanske framför allt under gynnsamma ekonomiska förhållanden, skulle kunna vara beredda att satsa på och intressera sig för. Forskningsresultaten på den här delen av miljösidan står alltså i en viss motsättning till den allmänna debatt, det politiska intresse som har utvecklats på servicesidan. Det innebär ju inte att detta intresse är mindre legalt eller mindre intressant — det är ju på det sättet som opinioner skapas, som värderingar förändras. Men man skall inte tro att det är forskningen som går i spetsen för de förändrade värderingarna. Den kommer att kunna visa i vilken takt de förändras, men den takten är beroende av att det finns andra samhällsfunktioner som svarar för initiativen.

Jag vill alltså upprepa: sätt inte för stor lit till forskningen på konsumentensidan för lösningen av våra *programproblem!* Vi får aldrig bortse från det starka allmänpolitiska behovet av en debatt, en åsiktsutformning och en kamp för dessa åsikter som måste ligga vid sidan om forskningen. Den kan spela samman med den, utnyttja den, men de kan inte ersätta varandra.

Den forskning på konsumtionssidan som vi bedriver försöker precisera var ungefär man kan uppställa normer för dagens planering och byggande. Vi har arbetat så på många områden. Uppdragsgivarna, avnämarna för detta är i huvudsak myndigheter, de centrala myndigheterna, kommunala myndigheter, kanske också byggherresidan i den mån den uppträder som programskrivare. Även här utsätts vi ofta för missuppfattningar beträffande vår roll. När vi presenterar utredningsresultat inom normområdet blir det ofta i den formen att vi kan säga: uppfyller man den här tekniska normen, kan man vänta sig en konsumentreaktion som är positiv i den här andelen och negativ i den här andelen. Det måste sedan bli politiska beslutande instanser som bestämmer på vilken nivå normen skall läggas.

I övermorgon presenterar vi en bullerutredning som vi tillsammans med Folkhälsan har gjort på byggforskningsmedel. Jag är övertygad om att vi omedelbart får i huvudet följande: är forskningen så ynkyggad att den inte klart kan säga ifrån på vilken nivå dessa bullernormer bör läggas? Vi anser det fullkomligt självklart att sådana beslut måste förläggas hos myndigheter som har ansvaret för miljöövervakningen och som får

göra dessa ställningstaganden med öppna ögon för vad de innebär både för samhällslivet och etablerade institutioner i ekonomiska termer. Det vi skall bidra med från forskningssidan är att beskriva i så gripbara termer som möjligt sambandet mellan orsaker och verkningar, i det här fallet mellan buller och negativa bullerreaktioner.

I den inriktning som institutet har fått — att i hög grad syssla med normunderbyggande forskning — är vår sammansättning av forskare som täcker olika områden en fördel. Med den inriktningen är det kanske givet, att det vi har att bidra med till de producerande företagens interna utvecklingsarbete är ganska litet. Jag tror att vi har kunnat göra en insats på etablerandet av sådana allmänna system för bättre informationsföring, den må vara ekonomisk eller teknisk, som delvis är företagsegna men delvis har sin betydelse därför att de är gemensamma för företagssektorn. Jag tror t ex att överföring av information från företagen om erfarenheter i produktionen till myndigheter på anvisnings-, låne- och bidragsområdet har varit av betydelse. De kan leda till processer som är bättre anpassade till företagens sätt att arbeta, som överensstämmer med deras önskemål om att få en frihet för utvecklingsarbete och innovation. Om man låses av formella gränser i handläggningar och beslutsprocesser så bör dessa kunna bringas ur världen, men det sker naturligtvis inte utan att man har klara belägg för att de finns och hur de fungerar. Insatser på den sidan har vi hittills bedömt som angelägnare än att ägna oss åt småpraktisk uppfinningsverksamhet, vars saluvärde hos företagen vi själva inte kan bedöma.

Samtidigt måste man säga, att utbildar man en rätt stor skara forskare och utredare, så kommer de så småningom att besitta kunskaper och erfarenheter som skulle kunna utnyttjas mera direkt i det tekniska och administrativa utvecklingsarbetet. Jag tog i ett föredrag på Tekniska Mässan förra året upp det här problemet och menade att man borde söka former för någon form av kontaktorganisation mellan utvecklingsenheterna hos produktionsföretagen och den allmänna forskningen — då inte bara institutets utan kanske också högskoleforskningen. Jag pekade på den konstruktion man har gjort inom vatten- och luftvården, där till det generellt forskande Vatten- och luftvårdsinstitutet har knutits ett utvecklingsbolag, till vilket kan överflyttas forskningspersonal under sådana perioder då

detta utvecklingsbolag har direkta uppdrag från enskilda eller grupper av industrier. Dessa kan alltså under den tiden tillgodogöra sig forskarnas erfarenhet och forskarna får tillgodogöra sig företagets erfarenhet och synpunkter och kan sedan utan besvärande omgångar flyttas tillbaka i sina forskningsroller, givetvis med en rimlig sekretessgaranti i de här överflyttningarna. Jag tror att det finns mycket att göra på den här kanten. Jag varnade för ett år sedan, och gör det igen, för att inte utnyttja den kapacitet av kunskap som forskarna på högskolor och institut har. Vi är också klart medvetna om att sådana uppgifter där vi vet att någon står och väntar på resultatet är något av det mest åtråvärda en forskningsinstitution kan ha. För närvarande får vi alltså själva försöka bedöma vad marknaden vill ha och är intresserad av, och vi måste ofta möta besvikelsen, att när resultaten kommer så är de inte efterfrågade. Utvecklingen kan ha gått förbi eller vi har missbedömt var företagen, både på byggherre- och produktionssidan förlägger sina stora frågetecken och sitt stora utvecklingsintresse.

Den tredje sektorn som jag vill beröra är institutets relationer till utbildning och övrig forskning. Institutet har ofta framställts som en konkurrent till högskoleinstitutionerna. Vi har sällan upplevt situationer av den typen. Snarare har det utvecklats i motsatt riktning. Man ser från universitets- och högskoleinstitutioner en fördel i att forskningsintressen som dyker upp bland eleverna då och då, kan slussas över till institutet för handledning och diskussion, därför att det är där den mera specialiserade kompetensen finns. I motsvarande grad kan institutet ofta få repliera på universitets- och högskoleinstitutioner för en sakkunnig handledning av projekt eller delar av projekt som vi måste ta upp. Det här samspelet fungerar i realiteten mycket bra. Forskarutredningen, som lades fram för ett år sedan, föreslog att institutioner även utanför universitetsmurarna skulle kunna ackrediteras som forskningshandledare och eventuellt examinatorer på tex licentiatnivå. Vi hoppas att förslaget skall kunna genomföras och att vi alltså på institutet, åtminstone inom vissa områden, skulle kunna ackrediteras i det avseendet. Det betyder inte att vi övertar något grundutbildningsansvar, men vi tar på oss ett ansvar för forskarutbildning och forskarhandledning som vi tror att vi skulle kunna klara och som jag tror också skulle kunna bidra till en positiv rekrytering för institutet.

Man bör delvis betrakta institutet som en plantskola, där man sätter igång forskningsprojekt eller odlar upp ämnesområden som kanske är nya, som inte har någon tradition, där man måste pröva sig fram. Om de visar sin livskraft, om de växer ut och får styrka så är naturligtvis nästa steg att argumentera för att detta skall komma in på rätt ställe i universitets- och högskoleväsendet. Jag tror att man kan säga att ämnet byggnadsfunktionslära är ett resultat av den utvecklingen. Arbetet som vi startade i ytterst blygsam skala — och inte utan en hel del knorr inom den gamla nämnden för byggnadsforskning — har vuxit sig så starkt att det har kunnat etableras som institution vid Tekniska Högskolan i Lund och är på väg att bli det samma på Tekniska Högskolan i Stockholm. Den dag vi har två välutrustade institutioner på de tekniska högskolorna för det här området, då är det naturligtvis dags för institutet att krympa ned sin verksamhet. Institutet kan istället lägga sina intressen på nya områden där institutionsuppbyggnaden inom universitetsväsendet ännu inte är klar.

Jag tror att man skall beakta även det samspelet mellan ett statligt forskningsinstitut, som kan arbeta ganska fritt och ganska snabbt, och den betydligt mer trögarbetade universitets- och högskolesektorn. Den rollen tror jag att man skall se inte som en biroll utan som en ganska viktig funktion hos ett institut.

Distribution: AB Svensk Byggtjänst. Pris 10:-

